

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет \_\_\_\_\_ Приладобудівний \_\_\_\_\_  
(повна назва)

Кафедра \_\_\_\_\_ Приладобудування \_\_\_\_\_  
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність(спеціалізація) 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка (Інформаційні технології та вимірювальні системи механіки)  
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ М.Д.Гераїмчук  
(підпис) (ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 р.

**ЗАВДАННЯ  
на магістерську дисертацію студенту**

\_\_\_\_\_ Коропцю Андрію Леонідовичу \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Стенд для повісного зважування вантажного автомобіля

Науковий керівник дисертації проф., д.т.н. Киричук Ю. В.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «05» листопада 2018 р. № 4078-с

2. Строк подання студентом дисертації 6 грудня 2018р

3. Об'єкт дослідження Стенд для повісного зважування вантажного автомобіля

4. Предмет дослідження (вихідні дані для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою) Дослідження методів повісного зважування вантажного автомобіля

5. Перелік завдань, які потрібно розробити Розробити конструкцію принципу дії вимірювального стенду; Створити макет стенду, провести розрахунок основних елементів; Розробити програмне забезпечення для

експериментальних досліджень на вимірювальному стенді; Розробити методику дослідження на вимірювальному стенді; Провести експериментальні дослідження; Аналіз отриманих результатів; Висновки.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного (графічного) матеріалу  
Презентаційний лист – 1 арк. А1; Складальний кресленик – 1 арк. А1; Стартап-проект – 1 арк. А1; Комп'ютерне моделювання чутливого елемента – 1 арк. А1; Макет стенду для експериментальних досліджень – 1 арк. А1; Вплив геометричних параметрів чутливого елемента на відносну деформацію – 1 арк. А1.

7. Орієнтовний перелік публікацій 1 стаття в матеріалах Міжнародної наукової інтернет-конференції "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення".

#### 8. Консультанти розділів дисертації\*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розробка СТАРТАП-проекту	Бояринова К. О. к. е. н., доцент		

#### 9. Дата видачі завдання 2 листопада 2018р

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Ознайомлення з завданням	03.09.18	
2	Огляд і аналіз літератури	10.09.18 – 18.09.18	
3	Аналіз методів визначення повісного навантаження автомобіля	19.09.18 – 23.09.18	
4	Розробка конструкції вимірювального стенду	23.09.18 – 30.09.18	
5	Розрахунок основних елементів	01.10.18 – 05.10.18	
6	Розробка програмного забезпечення	08.10.18 – 12.10.18	
7	Експериментальні дослідження	15.10.18 – 02.11.18	
8	Оформлення МД та її графічної частини	05.11.18	
9	Представлення МД на перевірку науковому керівнику	19.11.18	
10	Передача матеріалів МД на перевірку виявлення збігів/схожості текстів сервісом Unichек	30.11.18	

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)

\* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Приладобудування

(повна назва інституту/факультету)

Приладобудування

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»

УДК \_\_\_\_\_

(універсальна десятична класифікація.

Для визначення УДК конкретної дисертації

студенту слід звернутися в 1-й зал бібліотеки)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ М.Д. Гераїмчук

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ грудня 2018 р.

**Магістерська дисертація  
на здобуття ступеня магістр**

зі спеціальності (спеціалізації) 152 Метрологія та інформаційно-вимір-  
вальна техніка (Інформаційні технології та  
вимірювальні системи механіки)

(код і назва)

на тему: Стенд для повісного зважування вантажного автомобіля

Виконав (-ла): студент (-ка) 2 курсу, групи ПІ-71мп

(шифр групи)

\_\_\_\_\_ Корець Андрій Леонідович

(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Науковий керівник д.т.н., проф. Киричук Юрій Володимирович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Консультант Розробка СТАРТАП-проекту к.е.н., Бояринова К. О

(назва розділу)

(посада, вчене звання, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

Київ – 2018 року

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ПО ТЕМІ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ.....	11
1.1. Історія ваг.....	11
1.2. Промислові ваги .....	15
1.3. Види автомобільних ваг .....	20
1.4. Висновки до розділу 1 .....	30
РОЗДІЛ 2. МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМІРЮВАННЯ ЗАДАНОЇ ФІЗИЧНОЇ ВЕЛИЧИНИ .....	31
2.1. Розробка конструкції вимірювального стенду та опис принципу дії.....	31
2.2. Розрахунок основних елементів .....	32
2.2.1. Розрахунок черв'ячної передачі.....	32
2.2.2. Розрахунок тензодатчика .....	36
2.2.2.1. Принципова та структурна схема.....	36
2.2.2.2. Розрахунок консольної балки.....	37
2.2.2.3. Визначення впливу теоретичних розмірів чутливого елементу на значення максимальної відносної деформації .....	46
2.3. Розробка програмного забезпечення та інтерфейсу .....	53
2.4. Методика дослідження на вимірювальному стенді.....	55
2.5. Результати дослідження на вимірювальному стенді.....	59
2.6. Висновки до розділу 2 .....	60
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ «ДРОН-КУР'ЄР».....	62
3.1. Опис ідеї проекту.....	62
3.2. Технологічний аудит ідеї проекту .....	65
3.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту .....	65
3.4. Розроблення ринкової стратегії проекту .....	72
3.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту .....	74

3.6. Висновки до розділу 3 .....	76
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	79
ДОДАТКИ .....	81

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Будь-яка промислова галузь, а особливо фермерські господарства, не зможе існувати без вагового обладнання. Таке обладнання застосовується і при доставці товару на митниці, на склади, на різних промислових транспортних вузлах. На сьогоднішній день, в залежності від призначення і задачі застосовуються найрізноманітніші типи вагового обладнання.

У промисловості використовують платформні, автомобільні, кранові ваги, що призначені для вимірювання вантажів великої ваги та об'єму. Вагонні ваги з високою точністю визначити масу вантажу до 200 т.

Автомобільні ваги використовуються для обліку маси продуктів перевезених вантажними автомобілями. Кількість таких перевезень з кожним роком зростає. З їх допомогою вирішуються безліч завдань як у сільського господарства, перевезень, торгівлі, в індустріальній сфері і сфері державного контролю і нагляду. На автомобільному транспорті добре діють автомобільні ваги. В залежності від виду і способу зважування на такі ваги накладають особливості їх форми.

На цей час автомобільні ваги комплектуються великим набором пристроїв відображення результатів вимірювання ваги від простих індикаторів ваги до складних віддалених незалежних контролерів, що зберігають та передають інформацію в базу обліку.

**Мета МД:** метою даної дисертаційної роботи є розробка та створення стенду для експериментальних досліджень по повісному зважуванню вантажного автомобіля.

**Основні задачі:** аналітичний огляд існуючих методів визначення повісного навантаження вантажного автомобіля, розробити модель стенду для експериментальних досліджень, розробити програмне забезпечення та інтерфейс для досліджень, розробити та створити макет для експериментальних досліджень.

**Об'єкт дослідження:** стенд для повісного зважування вантажного автомобіля.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Предмет дослідження:** дослідження методів повісного зважування вантажного автомобіля.

**Методи дослідження і апаратура:** спеціально розроблене програмне забезпечення, прототип стенду.

**Результати МД:**

Розроблено стенд для зважування автомобіля.

Розроблено та створено прототип стенду для зважування.

Розроблено та створено програмне забезпечення для досліджень.

**Новизна отриманих в МД результатів.**

Новизна отриманих результатів підтверджена відсутністю подібних стендів у наукових центрах після аналізу проходження переддипломної практики.

У роботі розроблено модель стенду для експериментальних досліджень повісного зважування вантажного автомобіля. Розроблено програмне забезпечення та інтерфейс для досліджень та аналізу із застосуванням фільтрації сигналу.

**Наукова цінність отриманих в МД результатів:**

У роботі розроблено стенд для експериментальних досліджень по поосному зважуванню вантажного автомобіля, що дає змогу розроблювати та досліджувати нові методи поосного визначення ваги вантажного автомобіля для підвищення точності отриманих результатів.

**Публікації:** 1 стаття в матеріалах Міжнародної наукової інтернет-конференції "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення".

**Ключові слова:** повісне зважування, автомобільні ваги, платформні автомобільні ваги, стенд для досліджень.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# РОЗДІЛ 1

## ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ПО ТЕМІ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

### 1.1. Історія ваг

Вагами називається прилад або пристрій, за допомогою якого можна визначити масу різних фізичних тіл [1]. Даний процес називається зважуванням. Ваги є одним з найдавніших приладів, створених людиною. Вважається, що перш ніж винайти ваги, людина визначав масу предметів шляхом зважування їх на своїх долонях. Зі збережених ваг найдавнішими є ваги, знайдені в Месопотамії і датуються V тисячоліттям до н. е. Ймовірно, це не перші ваги в історії. Про спеціальні вагах згадується в «Книзі мертвих», 1250 до н.е. На них, нібито, правитель царства мертвих Анібус зважував серця померлих для того, щоб визначити, в який світ відправиться людська душа. Стародавні екземпляри ваг були «коромисленими», представляли горизонтальну балку з двома підвішеними на кінцях чашами. На одну чашу терезів клали товар, який потрібно зважити, на іншу - еталон ваги, встановлений верховною владою.



Рис. 1.1. «Коромисленні» ваги



Довгий час таким еталоном були зерна злаків. Стародавнім римлянам приписується винахід інших - нерівноплечові ваги. Такі ваги стали називати безміном. У них точка опори і положення приросту - незмінні, а пересувається ги́ря. Вага визначався за шкалою, нанесеною на стрижень [1].

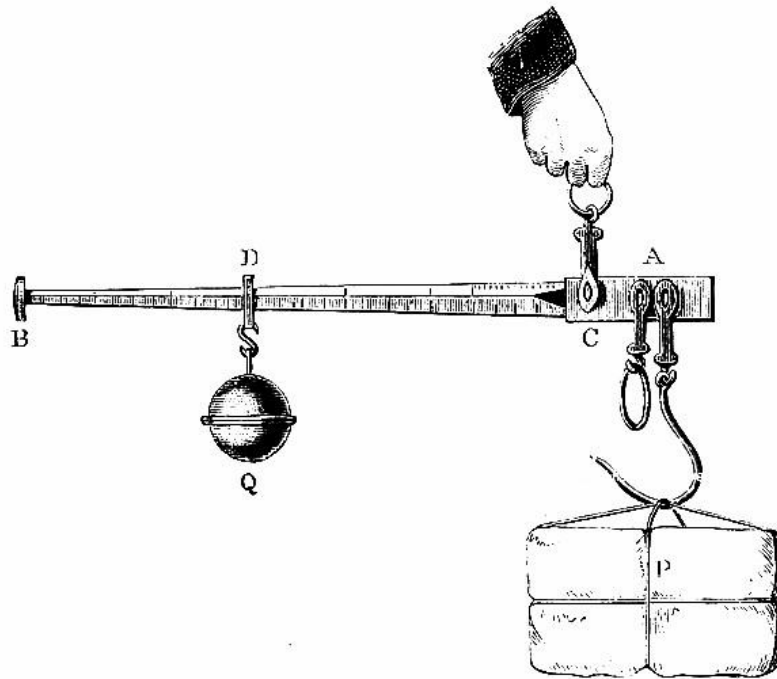


Рис. 1.2. Нерівноплечові ваги

Згодом природні еталони ваги були замінені ги́рями. У греків це були прямокутні або квадратні пластини, конусоподібні, круглі або у вигляді багатогранників шматки бронзи, свинцю. У Стародавньому Римі ги́рьками були кубики, круглі шайби, кулі з каменю або свинцю. Ги́рі часто виготовляли у формі голів богів, імператорів, жіночих фігур або різних звірів. Варто відзначити, що нечисті на руку торговці з давніх часів намагалися шахраювати при зважуванні, незважаючи на те, що це вважалося тяжким гріхом [1]. Механізму ваг, принципом їх дії чимало часу приділили знамениті давньогрецькі вчені Евклід і Архімед. Новим досягненням людської думки стала поява ваг, які мали дуже високою точністю. У 1121 р своєму вченні «Ваги мудрості» (1121 г.) арабський учений Аль-Хазіні описав пристрій ваг з п'ятьма чашами. Їх похибка становила не більше 0,1%, що дозволяло дізнаватися склад сплавів, визначати щільність речовин. Завдяки ваг стало

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

простіше розпізнавати справжні дорогоцінні камені і справжні монети від підробок. Честь винаходу гідростатичних ваг належить Галілео Галілею (XVI ст.). Тепер предмет можна було зважити і в рідині. Крім того, вони дозволяли визначити щільність тіла [2]. У 1669 р засновник Академії наук в Парижі вчений Жиль де Роберваль винайшов платформні ваги. Для стійкості ваг він помістив балку-коромисло під чашечками ваг, а не над ними, як це було раніше. Коромисло стало платформою, звідси і їх назва.



Рис. 1.3. Платформні ваги з гирями

На жаль, дані ваги набули масового застосування лише в середині XIX ст., Коли француз Ж.Беранже (1850 г.) удосконалив конструкцію, додавши додаткові важелі, що посилювало чутливість пристрою. У радянських магазинах торговці користувалися подібними вагами. За пташині голови на них, які показували рівновагу, ваги прозвали «качечка».

У 1698 р німецький вчений К. Вайгель винайшов пружинні ваги, що склалися з пружини і стрілки. Ваги були легкими, компактними і досить точними. У XVIII ст. вперше з'явилися автоматичні ваги, де б не була переміщення гир. Як тільки на ваги клали вантаж, стрілка тут же показувала його значення [2].

У Древній Русі також використовували рівноплечові ваги або «скалівів». У XIV столітті з'явилися «безміни». Простота використання зробила їх дуже

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поширеними в побуті, хоча точністю вони не відрізнялися. У цьому сенсі перевага залишалася за вагами-коромислами. Француз Жіль де Роберваль зміг удосконалити їх настільки, що претензій щодо точності до них вже не виникало. Такими вагами активно користувалися за часів Радянського Союзу [1, 2].



Рис. 1.4. Сучасні електронні ваги

## 1.2. Промислові ваги

Будь-яка промислова галузь, а також сільське господарство, не зможе існувати без вагового обладнання. Воно також застосовується і при доставці товару на склади, на митниці, на різних транспортних вузлах. На сьогоднішній день застосовуються найрізноманітніші типи ваг в залежності від їх призначення і задачі.

Наприклад, у промисловості працюють кранові, платформні, автомобільні ваги та інші форми, призначені для вимірювання великих вантажів. Так, ваги вагонні можуть цілком точно визначити масу вантажу до 200 т. Взагалі ж, організація точного вагового контролю дозволяє уникнути значних додаткових витрат при зв'язку з постачальниками або одержувачами продуктів, а також пов'язаних з питаннями безпеки, можливим виникненням аварійних подій [3].

Ваги автомобільні використовуються для найбільш точного обліку маси перевезених автомобільним транспортом продуктів, кількість яких дуже швидко зростає щорічно. З їх допомогою вирішуються безліч завдань як у сфері державного контролю і нагляду, так і в індустріальній сфері, сфері перевезень, торгівлі, сільського господарства.

Якщо товар планується перевозити на далекі відстані, то тоді розумніше буває відправити його залізничним транспортом. Тоді з урахуванням вантажопотоку добре діють вагонні ваги. Особливості їх форми також залежать від виду і способу зважування.

В даний час автомобільні та вагонні ваги комплектуються великим набором пристроїв відображення ваги від простих вагових індикаторів до складних незалежних контролерів, що передають інформацію в комп'ютерну мережу фірми.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### **Основні характеристики вагового обладнання [3, 4]:**

Найбільша межа зважування (НМЗ) вагового обладнання - верхній кордон межі зважування, який визначає найбільшу масу, вимірювану при одноразовому зважуванні.

Найменша межа зважування (НмМЗ) вагового обладнання-нижня межа межі зважування, визначається мінімальним вантажем, при одноразовому зважуванні якого відносна похибка зважування не повинна перевищувати допустимого значення.

Ціна поділки (d) вагового обладнання - різниця значень маси, що відповідають двом сусіднім позначкам шкали ваг з аналоговим відліковим пристроєм, або значення маси, відповідне дискретності відліку цифрових ваг.

Ціна повірочної поділки (e) вагового обладнання - умовна величина, виражена в одиницях маси, яка використовується при класифікації ваг і нормуванні вимог до них.

Число повірочних поділок (n) вагового обладнання-значення НМЗ / e.

Гранично допустима похибка вимірювань вагового обладнання визначається ціною повірочної поділки. Зазвичай виробник вагів гарантує наступне співвідношення:  $d = e$ . Чим нижче похибка, тим вище точність вимірювань [3, 4].

Правильне виконання операцій з виміру ваги вимагає суворого дотримання правил користування ваговим устаткуванням на підприємствах.

### **Види залізничних ваг**

Залізничні ваги призначаються для здійснення зважування вантажів перевезених залізничним транспортом, незалежно від їх характеру і способу транспортування (вагони, платформи, цистерни).

Різними виробниками випускаються різні залізничні ваги, під різними марками і назвами. Але зі всього різноманіття моделей, можна виділити три основні різновиди:

1. ваги, що виробляють зважування вантажу в статичному положенні;
2. ваги для динамічного зважування;

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. комбіновані залізничні ваги.

Всі інші моделі, що представляють залізничні ваги, - це модифікації трьох основних видів [4, 5].

**Залізничні ваги статичного зважування** призначені для проведення облікових операцій з відпуску і приймання різноманітного вантажу підприємствами різних галузей промисловості. Основу ваг статичної дії складають два вузли - вантажопідйомний пристрій і ваговимірювальні прилад. Вантажопідйомний пристрій має секційне будова і може бути одне, двох або трьох секційним. В окремих випадках монтується і проміжна секція. Тензорні датчики, на які встановлено вантажопідйомний пристрій, передають сумарний сигнал на ваговимірювальні прилад. Залізничні ваги статичної дії, залежно від модифікації, дають можливість здійснювати повізне або вагонні зважування. При цьому можна проводити зважування вагонів у розчеплення або зчепленому стані.



Рис. 1.5. Залізничні ваги статичного зважування



Залізничні ваги статичної дії, залежно від модифікації, дають можливість здійснювати повізне або вагонні зважування. При цьому можна проводити зважування вагонів у розчеплення або зчепленому стані.

*Динамічні залізничні ваги* призначені для зважування вагонів або навантажених складів в русі. Основними елементами конструкції залізничних ваг динамічного дії складають вантажопідйомний пристрій і вторинний перетворювач. Такі залізничні ваги мають модульну конструкцію вантажопідйомного пристрою, яка вбудовується в полотно залізниці. За допомогою вторинного динамічного перетворювача результати замірів передаються на комп'ютерний пристрій. Такі залізничні ваги можуть здійснювати повісні або повізні зважування вагонів будь-якого виду.



Рис. 1.6. Динамічні залізничні ваги

Важливим питанням при зважуванні у русі є способи зважування - повагонний, повізний і повісний. Той чи інший спосіб зважування на вагонних вагах вибирається залежно від максимально можливої швидкості руху складу під час зважування, виходячи з необхідної точності зважування, а також з умови капітальних витрат на встановлення ваговимірювальних систем. Найбільш перспективними є повізні і повісні способи [5].

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

**Універсальні залізничні ваги**, здійснюють зважування вагонів, як у статичному положенні, так і в русі. Основний модельний ряд, що представляє універсальні залізничні ваги, дозволяє зважувати в стані статики, повагонно і повізно, вагони з кількістю осей від чотирьох до восьми. У русі, такі універсальні залізничні ваги, зважують як окремі вагони, так і поїзди. Головна відмінність, яку мають універсальні залізничні ваги, від інших видів залізничних ваг полягає в тому, що на них, в статичному положенні, можна зважувати і автомобілі.

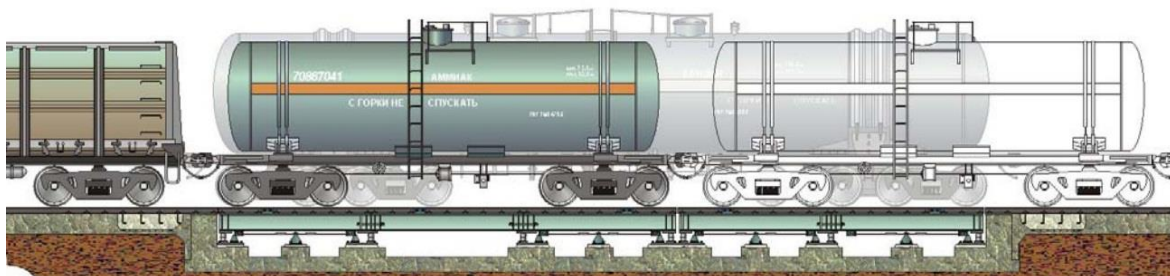


Рис. 1.7. Універсальні залізничні ваги

Ваги вагонні такого типу мають конструкцію, що складається з однієї вагової платформи і набору тензодатчиків.

Переваги, якими володіють ваги вагонні повізного зважування, полягають в тому, що їх встановлення вимагає мінімального об'єму земляних робіт і зусиль зі зведення фундаменту. Фундамент, на який встановлюються ваги вагонні повізного зважування, економічний, і споруджується дуже швидко. Завдяки цьому установка ваг і пуск їх в експлуатацію займає мінімальний час. Ваги вагонні можуть проводити зважування вагонів будь-якого типу і з будь-яким відстанню між візками. Вони не вимагають ретельного догляду і прості в експлуатації. Ваги вагонні повізного зважування здатні ефективно працювати в широкому діапазоні температур і мають підвищений захист від проявів навколишнього середовища [5].

При вагонному зважуванні довжина платформи вагонних ваг така, що вагон поміщається на ній повністю і відбувається зважування вагона цілком.



*Повізне зважування* залізничних вагонів проводиться у два прийоми. Спочатку зважується перший візок і її маса запам'ятовується вимірювальним пристроєм потім зважується другий візок, після чого вимірювальне пристрій виробляє підсумовування результатів, ця сума приймається рівною масі вагона. Маса вагона виводиться на табло і запам'ятовується у комп'ютері.

*Повісне зважування* вагонів у русі засноване на тому, що зважується кожна вісь вагона і після підсумовування маси всіх осей результат виводиться на табло і передається в комп'ютер [5, 6].

### 1.3. Види автомобільних ваг

*Автомобільні ваги для статичного зважування* існують наступних типів. *Ваги автомобільні платформні* - це найбільш поширена і надійна конфігурація ваг. Такі ваги дозволяють зважувати автомобілі масою до 100 тон і довжиною до 24 метрів.

З усіх автомобільних ваг саме платформні ваги дозволяють виробити найбільш точне зважування, максимально надійні, мають великий термін служби. Зазвичай автомобільні платформні ваги застосовуються на підприємствах з дуже великим вантажообігом для швидкого зважування машин будь-якої конфігурації - від легкових автомобілів до великих автопричепів.

Автомобільні платформні ваги представляють собою суцільну пласку поверхню (платформу), зазвичай складається з декількох елементів (конструкції вантажоприймальної платформи можуть бути різні). Як правило, автомобільні платформні ваги встановлюють на рівні дорожнього полотна, що полегшує маневрування машин будь-якої конфігурації і не заважає проїзду навантажувачів, легкових автомобілів, іншої техніки, а так само проходу людей [6].

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 1.8. Автомобільні платформні ваги

Автомобільні платформні ваги є найбільш точними і надійними вагами, однак існують і певні недоліки:

- ваги займають досить велику площу;
- вантажоприймальної платформа дуже металомістка і важка;
- існують підвищені вимоги до конструкції фундаменту, датчикам.
- цей тип ваг є найбільш дорогим з усієї лінійки автомобільних ваг.

*Ваги автомобільні колійні* є сучасним варіантом платформних автомобільних ваг, в яких для зменшення маси платформи використовуються кілька вузьких платформ у вигляді колії, на які і здійснюється заїзд автомобіля. Ваги випускаються з довжиною вантажоприймальної платформ від 6 до 24 метрів (без урахування довжини пандусів).

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 1.9. Ваги автомобільні колійні

Колійні автомобільні ваги дозволяють проводити зважування з такою ж точністю і надійністю, як платформні, але при цьому мають значно меншою масою, зручні для перевезення в інші регіони, дешевше автомобільних платформних ваг, можуть бути швидко демонтовані і перевезені на інше місце.

Конструкція колійних ваг являє собою з'єднані на потрібну довжину стандартні платформи в кількості, необхідній виходячи з обраного замовником найбільшого межі зважування (НГЗ) і довжини автомобіля. Платформи колійних ваг звичайно мають ширину 0,8-1,0 м, довжину 5,5-6,0 метрів і масу до 1,5 тони, що дозволяє здійснювати монтаж цих ваг без використання великовантажних кранів. Платформи можуть бути забезпечені обмежувальними бар'єрами для запобігання випадкового з'їзду автотранспорту з ваг. В автомобільних колійних вагах може бути передбачений доступ для очищення конструктивних засмічень без демонтажу вагової платформи [6, 7].

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також важливим є те, що колійні автомобільні ваги можна перевозити в стандартних залізничних контейнерах. Така конструкція автомобільних ваг дозволяє зважувати будь-які види автотранспорту. Автомобільні ваги можуть бути встановлені на полегшений фундамент, виконаний, у тому числі з дорожніх плит, розташованих на піщано-гравійної подушці.

У залежності від найбільшого межі зважування (НГЗ буває до 100 тон), від типу ґрунту, особливостей місця установки, конструкція фундаменту вибирається індивідуально. Крім того, колійні автомобільні ваги можуть бути легко демонтовані і перевезені на інше місце установки без особливих витрат.

Суттєвим параметром *підкладних автомобільних ваг для повісного (помостового) зважування*, крім найбільшого межі зважування (НГЗ), може бути маса самих ваг, оскільки в деяких випадках потрібно швидка перевезення ваг з одного місця на інше без використання спеціальної підйомної техніки. Вантажоприймальним платформи таких ваг можуть важити до 1,5 тон, а самі ваги до 3 тон.



Рис. 1.10. Автомобільні ваги повісного зважування з пандусом

Підкладні ваги для повісного (помостового) зважування використовуються при не високому вантажопотоці. Зазвичай їх конструкція

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



складається з 2-х платформ, 4-х пандусів та стійки з терміналом. Ваги встановлюють на рівну і тверду поверхню, наприклад на асфальт, щебінь, дорожні плити і т. д [6, 7].

Установка підкладних ваг для повісного (помостового) зважування може проводитися в фундаментний прямокутний дорожнього полотна або в розрив дорожніх плит. У цьому випадку вантажоприймальної платформа знаходиться на рівні дорожнього полотна. Зазвичай врізна конструкція використовується для платформ довжиною 5 та 6,5 метри, такий тип установки зменшує похибка і час зважування автомобілів, дозволяє значно збільшити пропускну здатність ваг.



Рис. 1.11. Вмонтовані в дорогу автомобільні ваги повісного зважування

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Після установки ваги калібруються користувачем і відразу готові до експлуатації. Ваги автомобільні електронні підкладні для повісного (помостового) зважування дозволяють виконувати помостове і повісне зважування автомобіля, крім того ваги призначені для установки під різну ширину колії автомобіля. Довжина платформи (двох паралельно розташованих платформ) без пандусів зазвичай буває від 2,5 до 6,5 метрів, а ширина кожної платформи (колії) від 0,8 до 1,0 метра.

При виборі ваг такого типу важливо розуміти, що найбільша границя зважування (НГЗ), який вказаний для даної моделі ваг - при використанні їх для повісного (помостового) зважування - потрібно помножити на кількість мостів автомобіля. Тобто, якщо найбільша границя зважування (НГЗ), зазначений 30 тон - це означає, що на цих терезах можна зважити двохосьовий автомобіль масою до 60 тон [6, 7].

При цьому слід пам'ятати про те, що навантаження переднього і заднього мостів автомобіля на ваги може бути різна і її значення ні в якому разі не повинно перевищувати найбільша границя зважування (НГЗ). Тобто якщо при масі двовісного автомобіля 40 тон (з вантажем) навантаження розподіляється по осях не рівномірно: 15 тон на передню вісь і 25 тон на задню - це означає, що для зважування такої автомобіля оптимальним вибором будуть ваги з найбільшою межею зважування (НГЗ) 30 тон, так як краще мати деякий запас, щоб не перевантажувати датчики. А ось ваги з найбільшою межею зважування (НГЗ) 25 тон будуть працювати на межі своїх можливостей.

*Ваги автомобільні електронні підкладні портативні* - малогабаритна модель автомобільних ваг. Ваги призначені для статичного поколісного зважування автотранспорту, при комплектації декількома платформами - для повісного, повізного або повного зважування (кількість платформ при повному зважуванні має відповідати числу коліс автомобіля). Підкладні портативні ваги успішно застосовуються для вирівнювання навантажень на кожен вісь по довжині автомобіля під час його завантаження або для реєстрації з'їзду / наїзду автомобіля на платформу.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

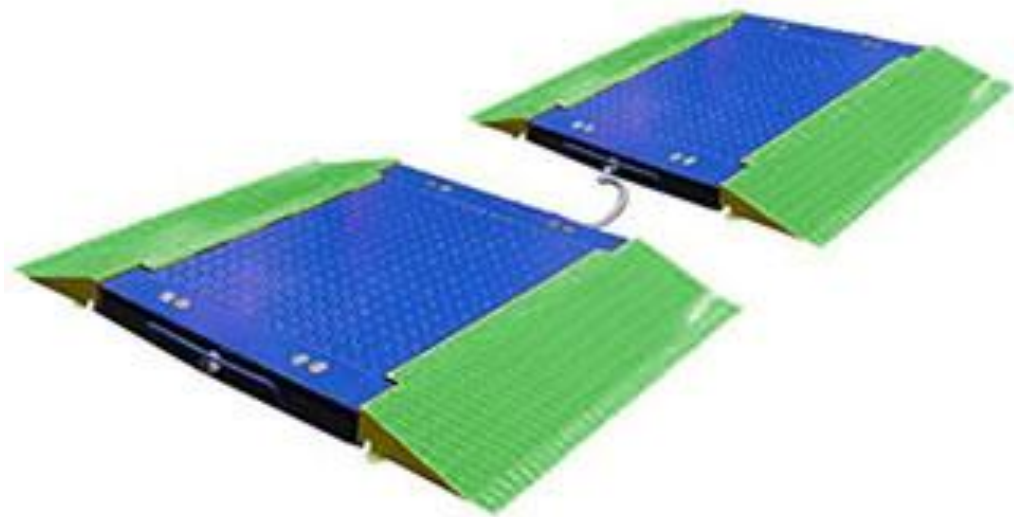


Рис. 1.12. Портативні електронні автомобільні ваги

Вантажоприймальним платформи автомобільних портативних ваги можуть бути легко і швидко встановлені під автомобілі різних розмірів. Ваги складаються з однієї або декількох вантажоприймальних платформ і окремого блоку управління. Поєднання двох платформ дозволяє здійснити вимірювання навантаження на вісь, а якщо кожне колесо автомобіля (4 або 6) буде стояти на платформі, то підсумовування навантажень, що виконується в блоці управління, дасть повний вагу автомобіля. Майданчик, на яку встановлюються платформи, повинна бути попередньо вирівняна: нерівності не більше 3 мм, ухил - не більше 10.

Автомобільні підкладні ваги використовуються в тих випадках, де допускається деяка похибка зважування - при вирівнюванні навантаження автомобіля, для мобільного та оперативного вагового контролю транспорту, контролю навантаження на дорожнє полотно на будь-яких, у тому числі на відкритих і необладнаних майданчиках [6, 7].

Використання в конструкції жорсткої стільникової панелі дозволяє збільшити розміри платформ і зменшити їх висоту до 3,5 см. Ваги зручні для заїзду і мають невелику вагу. Матеріал, що використовується для виготовлення платформ, може бути різний - литий алюміній, конструкційна сталь, нержавіюча сталь.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Незважаючи на малі габарити, ваги дозволяють зважувати найбільші автомобілі за рахунок того, що навантаження на одну вантажоприймальної платформу вийдуть незначною, тому що на платформу заїжджає тільки одне колесо. Тобто легко можна зробити поколісне (повісне) зважування автомобіля, що має п'ять осей і відповідно десять коліс. Ваги дозволяють зважити автомобіль із загальною масою 150 т. Зазвичай використовують дві платформи для отримання більшої точності і прискорення процесу зважування. При використанні двох платформ, максимальна сумарна навантаження на них (тобто одній осі автомобіля) складає 30 т.

Існують також *автомобільні ваги для зважування в динаміці*. Ваги *автомобільні електронні врізні* призначені для повісного зважування в русі автотранспорту. Ваги представляють собою вантажоприймальної платформу, встановлену в металеву раму, яка розташовується на одному рівні з проїзною частиною. Зазвичай автомобільні електронні врізні ваги застосовують у місцях з великим потоком автомобілів або в умовах обмеженого простору, наприклад на пунктах вагового контролю, прохідних і пр [7].

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Рис. 1.13. Врізні автомобільні ваги для зважування в динаміці

Універсальна модифікація врізних ваг призначена для повісного зважування в русі на швидкості до 5 км / год у будь-якому напрямку автомобіля, причепа або напівпричепа в автопоїзді без розчеплення.

#### ***Способи встановлення автомобільних ваг***

Для більшості моделей автомобільних електронних ваг передбачено кілька способів установки ваг:

1. *Фундаментні.* Ваги монтуються на заздалегідь підготовлений бетонний / залізобетонний фундамент, залитий на піщано-гравійну подушку з урахуванням норм влаштування фундаментів для будівель і споруд, у відповідності з властивостями ґрунту в даному регіоні. Заїзд на ваги здійснюється по металевих, бетонних або комбінованих пандусах. Фундамент може бути як суцільним, розташованим під всією поверхнею ваг, так і тільки під місцями стиків платформ.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

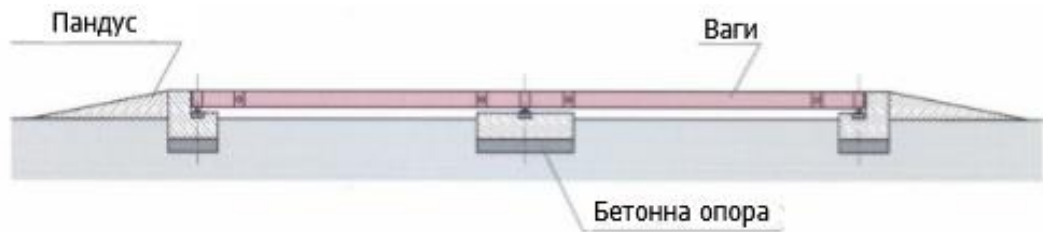


Рис. 1.14. Схема фундаментних ваг

2. *Безфундаментні.* Для монтажу ваг використовуються дорожні плити, які укладаються безпосередньо на ґрунт, або на піщано-гравійну подушку. Фундаментних робіт не вимагається. Можливий швидке введення ваг в експлуатацію. Це найбільш простий і дешевий спосіб установки автомобільних ваг. Використовується для всіх типів автомобільних ваг. Але існують обмеження щодо можливості встановлення для деяких типів ґрунту і певних кліматичних зон.

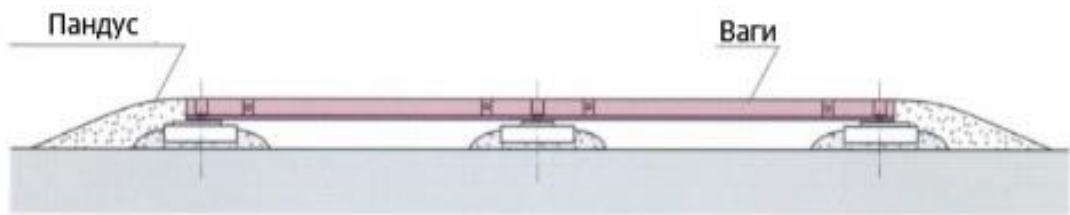


Рис. 1.15. Схема безфундаментних ваг

3. *Врізні.* Ваги монтуються на одному рівні з поверхнею землі на фундамент підстави, організується дренажна система. При такому типі установки не потрібні пандуси і бічні огороження, що дозволяє зменшити займану вагами площу і дозволяє легко маневрувати при заїзді на ваги.

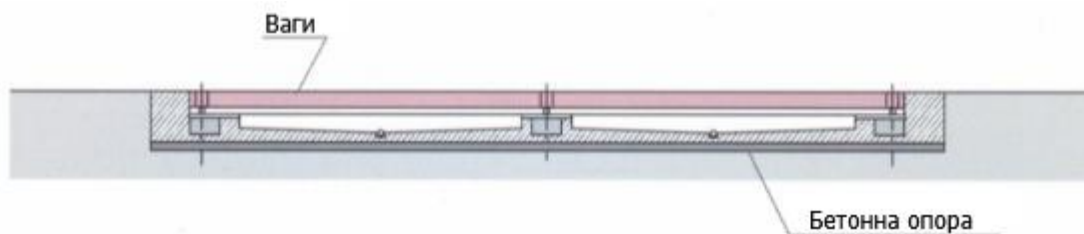


Рис. 1.16. Схема врізних ваг

4. *Підкладні портативні* ваги відрізняються простотою конструкції, невеликими габаритами, можливістю швидкої їх встановлення без спеціальної

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

підготовки поверхні, не потребують виготовлення спеціальних фундаментів, ці ваги можна встановлювати безпосередньо на дорожнє полотно, на щільний ґрунт [7].

#### 1.4. Висновки до розділу 1

На основі проаналізованої літератури можна зробити наступні висновки:

1. Платформні ваги статичного зважування не дають змоги визначати повісне навантаження автомобіля.
2. Відсутні стенди для наукових досліджень визначення ваги автомобіля.
3. Існує проблема точності засобів визначення ваги автомобіля.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2

### МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМІРЮВАННЯ ЗАДАНОЇ ФІЗИЧНОЇ ВЕЛИЧИНИ

#### 2.1. Розробка конструкції вимірювального стенду та опис принципу дії

За основу взято ідею створення портативного стенду для експериментальних досліджень вимірювання ваги автомобілів.

В загальному випадку стенд складається з трьох блоків: вимірювального та двох, симетрично розташованих відносно першого, що імітують дорогу. Блоки кріпляться за допомогою зачіпів на двох блоках і пазах на вимірювальному, та розміщуються на регульованих опорах. Вимірювальна платформа кріпиться на датчик, що розташований на спеціальній стійці, яка закріплена на регулюючій платформі. Регулююча платформа встановлена на рухомих клинах, які пов'язані між собою стрижнем із різьбою. Різьба стрижня має протилежний напрямок для кожного клину, але однаковий для даного. Поворот стрижня здійснюється черв'ячною передачею, що регулюється оператором за допомогою ручки.

Модель стенду представлена на рисунку 2.1.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

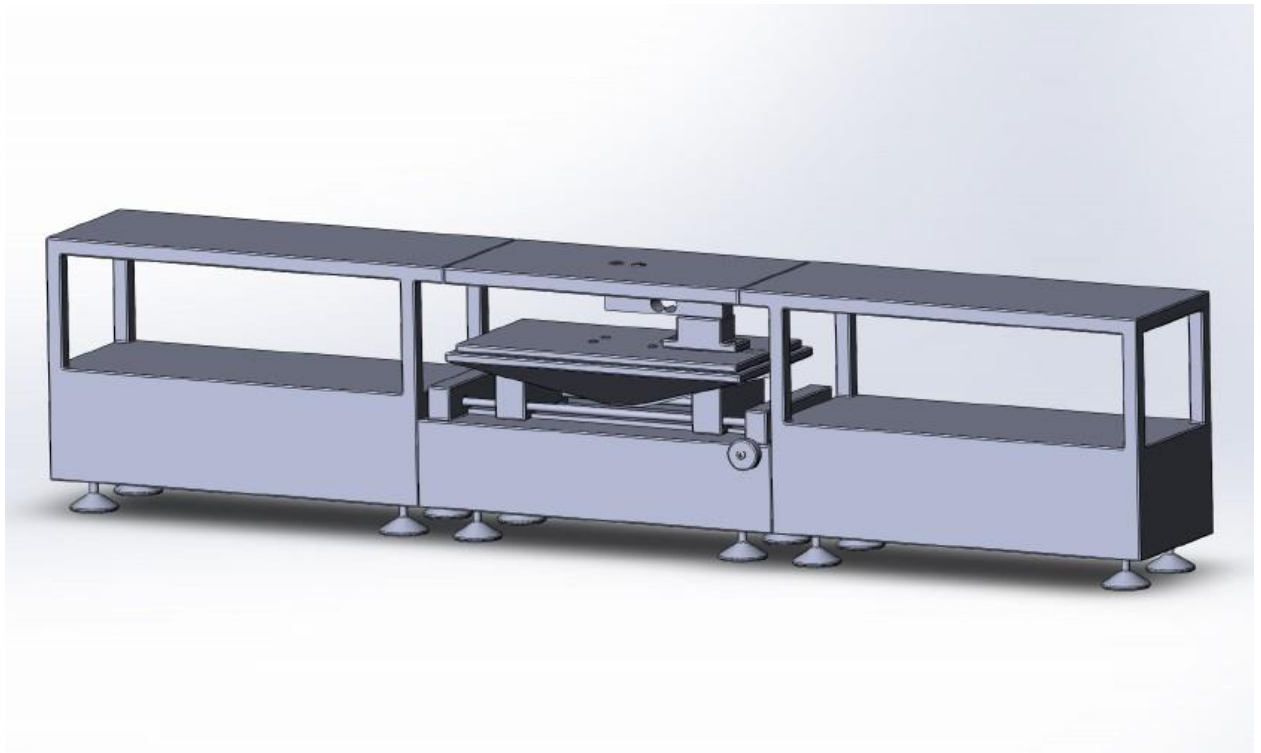


Рис. 2.1. Модель вимірювального стенду

## 2.2. Розрахунок основних елементів

### 2.2.1. Розрахунок черв'ячної передачі

Черв'ячні передачі застосовують для передачі обертального руху між валами, у яких кут схрещування осей звичайно складає  $90^0$ . Вони складаються з черв'яка-вала з гвинтоподібною нарізкою і черв'ячним колесом. У більшості випадків ведучим є черв'як.

Для облягання тіла черв'яка вінець черв'ячного колеса має зубці дугоподібної форми, що збільшує довжину контактних ліній у зоні зачеплення. У черв'ячній парі менш міцним елементом є зуб колеса, для якого можливі усі види руйнувань і ушкоджень, що зустрічаються в передачах зачепленням: втомлювальне викрошування, зношування, заїдання і поломка зубців колес (останнє зустрічається рідко). Черв'як і колесо повинні утворювати антифрикційну пару, мати міцність, зносостійкість й опором заїданню через значні швидкості ковзання в зачепленні.

Враховуючи задачу черв'ячної передачі, були підібрані наступні початкові параметри:

$T_2 = 50 \text{ Н} \cdot \text{м}$  - обертальний момент на колесі;

$\omega = 5 \text{ рад/с}$  – кутова швидкість колеса;

$u = 8$  - передаточне число;

Матеріал для виготовлення черв'ячних коліс визначають за табл. 2.1 в залежності від швидкості ковзання, яку попередньо визначають за формулою [8, 9, 10]:

$$V_s = 4.3 \cdot \omega \cdot u \cdot \sqrt[3]{T_2} \cdot 10^{-3} = 4.3 \cdot 5 \cdot 8 \cdot \sqrt[3]{50} \cdot 10^{-3} = 0.6 \text{ м/с} \quad (2.1)$$

Таблиця 2.1. Матеріали для виготовлення черв'ячних коліс

Групи матеріалів	Матеріал	Механічні характеристики	
		Межа міцності, $\sigma_B$	Межа текучості, $\sigma_T$
1	Бронза ОНФ 10-1-1 ( $V_s \leq 35 \text{ м/с}$ )	290	170
	Бр ОФ 10-1 ( $V_s \leq 25 \text{ м/с}$ )	230 250	140 200
	Бр ОЦС 6-6-3 ( $V_s \leq 12 \text{ м/с}$ )	180 200	90
	Бр ОЦС 5-5-5 ( $V_s \leq 25 \text{ м/с}$ )	220	
2	Бр АЖН 10-4-4 ( $V_s \leq 5 \text{ м/с}$ )	600 600	200
	Бр АЖ 9-4 ( $V_s \leq 5 \text{ м/с}$ )	400 500 500	
	ЛАЖМц 66-6-3-2 ( $V_s \leq 5 \text{ м/с}$ )	600 650 700	240
	ЛМцС 10-3-15 ( $V_s \leq 5 \text{ м/с}$ )	340	140
3	СЧ 12	280	-
	СЧ 15	320	
	СЧ 18 ( $V_s \leq 2 \text{ м/с}$ )	360	

Для колеса обираємо БрАЖН10-4-4, який має наступні механічні характеристики:  $\sigma_B = 600$  МПа,  $\sigma_T = 200$  МПа.

Обраний матеріал відноситься до другої групи, тому формула для визначення допустимих напружень така:

$$[\sigma]_H = [\sigma]_{HO} - 25 \cdot V_s, \quad (2.2)$$

де  $[\sigma]_{HO}$  – допустиме контактне напруження при числі циклів зміни напружень.

Так як твердість даного матеріалу  $HB220 \leq HB350$ , то  $[\sigma]_{HO} = 250$  МПа. Тоді, згідно формули (2) маємо:

$$[\sigma]_H = 250 \cdot 10^6 - 25 \cdot 0.6 = 250 \text{ МПа}. \quad (2.3)$$

Міжосьова відстань передачі розраховується за формулою [8, 9, 10]:

$$a_\omega = 6100 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_2}{[\sigma]_H^2}} = 6100 \cdot \sqrt[3]{\frac{50}{(250 \cdot 10^6)^2}} = 0.056 \text{ м} = 56 \text{ мм}. \quad (2.4)$$

Розраховуємо основні параметри передачі. Число витків черв'яка  $Z_1 = 4$ , а число зубців колеса дорівнює

$$Z_2 = Z_1 \cdot u = 4 \cdot 8 = 32. \quad (2.5)$$

Модуль передачі розраховується за формулою

$$m = 1.4 \cdot \frac{a_\omega}{Z_2} = 1.4 \cdot \frac{56}{32} = 2.5 \text{ мм}. \quad (2.6)$$

Коефіцієнт діаметра черв'яка

$$q = \frac{2 \cdot a_\omega}{m} - Z_2 = \frac{2 \cdot 56}{2.5} - 32 = 12 \text{ мм}. \quad (2.7)$$

Округливши значення до стандартного, отримаємо  $q = 12$  мм.

Коефіцієнт коригування

$$x = \frac{a_\omega}{m} - 0.5 \cdot (Z_2 + q) = \frac{56}{2.5} - 0.5 \cdot (32 + 12) = 0.7 \text{ мм}. \quad (2.8)$$

На рисунку 1 представлені розміри черв'ячної передачі.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

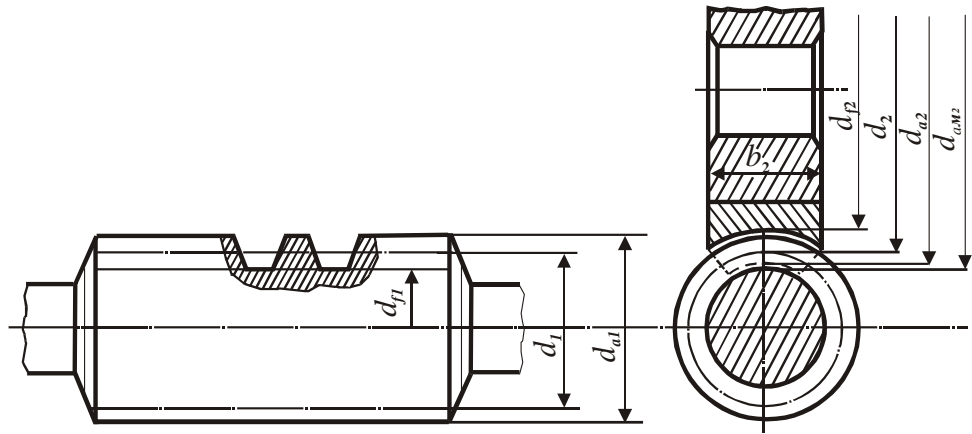


Рис. 2.2. Черв'як та черв'ячне колесо

Ділильний діаметр черв'яка розраховується за формулою

$$d_1 = q \cdot m = 12 \cdot 2.5 = 30 \text{ мм.} \quad (2.9)$$

Діаметр вершин витків

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m = 30 + 2 \cdot 2.5 = 35 \text{ мм.} \quad (2.10)$$

Діаметр западин

$$d_{f1} = d_1 - 2.4 \cdot m = 30 - 2.4 \cdot 2.5 = 24 \text{ мм.} \quad (2.11)$$

Довжина нарізної частини черв'яка [8, 9, 10]

$$b_1 \geq (12.5 + 0.09 \cdot Z_2) \cdot m = (12.5 + 0.09 \cdot 32) \cdot 2.5 = 38.5 \text{ мм.} \quad (2.12)$$

Ділильний діаметр колеса розраховується за формулою

$$d_2 = Z_2 \cdot m = 32 \cdot 2.5 = 80 \text{ мм.} \quad (2.13)$$

Діаметр кола вершин зубців

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m \cdot (1 + x) = 80 + 2 \cdot 2.5 \cdot (1 + 0.7) = 88.5 \text{ мм.} \quad (2.14)$$

Діаметр западин

$$d_{f2} = d_2 - 2 \cdot m \cdot (1.2 - x) = 80 - 2 \cdot 2.5 \cdot (1.2 - 0.7) = 77.5 \text{ мм.} \quad (2.15)$$

Ширина вінця

$$b_2 \leq 0.67 \cdot d_{a1} = 0.67 \cdot 35 = 23.45 \text{ мм.} \quad (2.16)$$

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Для розрахунків використовувалось програмне забезпечення MathCAD.

MathCAD — система комп'ютерної алгебри з класу систем автоматизованого проектування, орієнтована на підготовку інтерактивних документів з обчисленнями і візуальним супроводженням, відрізняється легкістю використання і застосування для колективної роботи [11].

Робота здійснюється в межах робочого аркуша, на якому рівняння і вирази відображаються графічно, на противагу текстовому запису в мовах програмування. При створенні документів-програм використовується принцип WYSIWYG (What You See Is What You Get — «що бачиш, те й отримуєш»).

Незважаючи на те, що ця програма здебільшого орієнтована на користувачів-непрограмістів, Mathcad також використовується в складніших проектах, щоб візуалізувати результати математичного моделювання, шляхом використання найбільш поширених обчислень і традиційних мов програмування.

Mathcad містить сотні операторів і вбудованих функцій для вирішення різних технічних завдань. Програма дозволяє виконувати чисельні і символні обчислення, проводити операції з скалярними величинами, векторами і матрицями, автоматично переводити одні одиниці вимірювання в інші [11].

Результати розрахунків представлено в додатку В.

## **2.2.2. Розрахунок тензодатчика**

### **2.2.2.1. Принципова та структурна схема**

Даний вимірювальний перетворювач тиску складається з тензорезисторів. Балка під дією сили деформується, що в свою чергу призводить до зміни вихідного напруги мостової схеми, що складається з 4-х тензорезисторів, розміщених на консольної балки.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

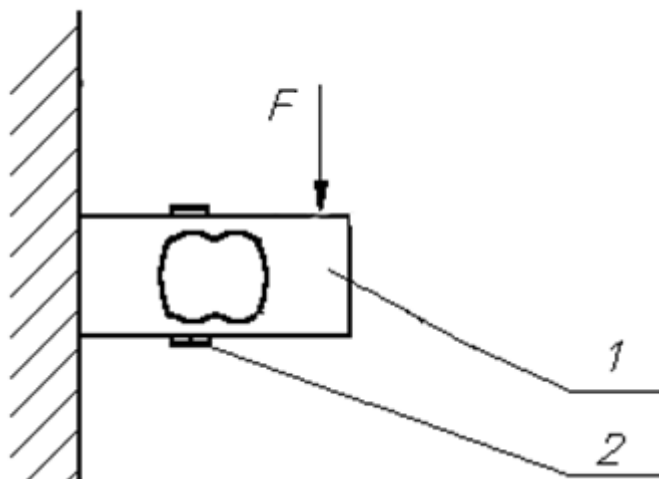


Рис. 2.3. Принципова схема

3 – консольная балка;

4 – тензорезистори.

Структурна схема вимірювального перетворювача сили (ВПС) представлена на рис. 2.4.

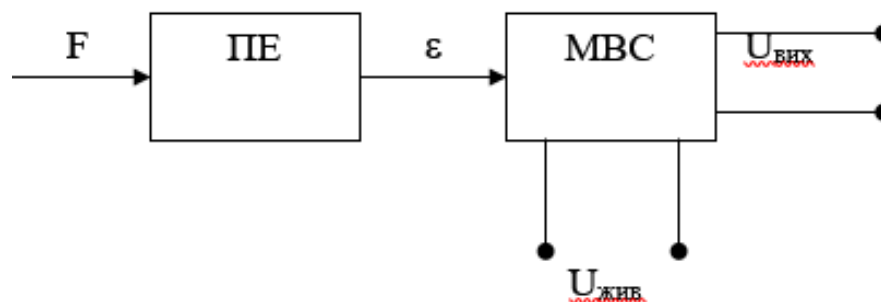


Рис. 2.4. Структурна схема

ПЕ – пружний елемент (консольна балка з отворами (два суміщених кола));

МВС – мостова вимірювальна схема.

#### 2.2.2.2. Розрахунок консольної балки.

##### Створення моделі чутливого елемента вимірювального перетворювача

Чутливий елемент у вигляді консольної балки з отвором мають вигляд двох суміщених отворів представлений на рис 2.5.

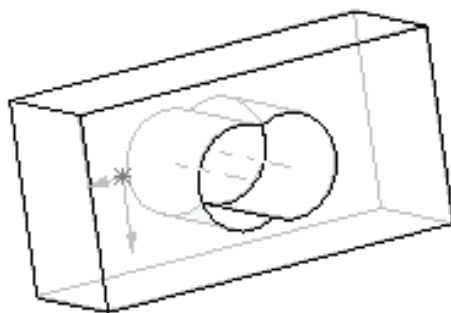


Рис. 2.5. Вихідна форма чутливого елемента

Розрахунок балки будемо проводити в системі 3D-моделювання та конструювання спільно з додатком до неї SolidWorks.

Базове рішення SolidWorks - це система гібридного параметричного моделювання, яка призначена для проектування деталей і зборок в тривимірному просторі з можливістю проведення різних видів експрес-аналізу, а також оформлення конструкторської документації відповідно до вимог ЕСКД [12].

В SolidWorks можна однаково успішно працювати як з твердими тілами, так і з поверхнями. Як правило, деталь являє собою тверде тіло, поверхня якого поєднання твердого тіла і набору поверхонь. Процес побудови 3D-моделі ґрунтується на створенні елементарних геометричних примітивів та виконанні різних операцій між ними. Подібно конструктору LEGO модель набирається зі стандартних елементів (блоків) і може бути відредагована шляхом або додавання (видалення) цих елементів, або зміни характерних параметрів блоків.

3D-модель містить найбільш повний опис фізичних властивостей об'єкта (обсяг, маса, моменти інерції) і дає проектантові можливість роботи в віртуальному 3D-просторі, що дозволяє на найвищому рівні наблизити комп'ютерну модель до вигляду майбутнього виробу, виключаючи етап макетування.

Відмінними рисами SolidWorks є [12]:

- твердотільне і поверхневе параметричне моделювання;
- повна асоціативність між деталями, збірками та кресленнями;
- багатий інтерфейс імпорту / експорту геометрії;
- експрес-аналіз міцності деталей і кінематики механізмів;
- спеціальні засоби по роботі з великими збірками;
- простота в освоєнні і висока функціональність;
- гнучкість і масштабованість;
- 100-відсоткове дотримання вимог ЕСКД при оформленні

креслень;

Перший крок це створення елементів ВПС в системі SolidWorks, чутливий елемент, яким є балка має довільний розміри. Збірка представлена на рис. 2.6.

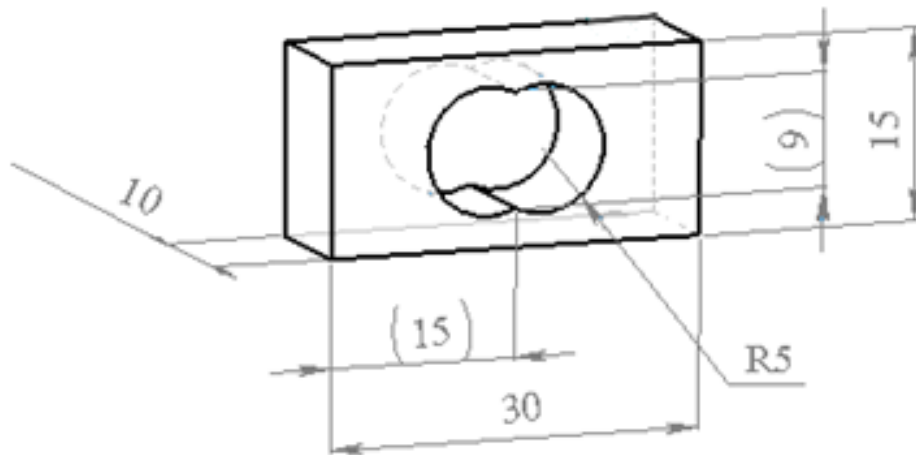


Рис. 2.6. 3D-модель

### Оптимізація геометричних параметрів отвору чутливого елемента

Перед проведенням оптимізації потрібно провести розрахунок чутливого елемента, один з торців якого жорстко закріплений, а на верхню межу протилежної торця діє сила. Даний розрахунок попередній і не вимагає високої точності обчислень, тому розмір сітки (геометричні розміри кінцевих

елементів) можна залишити рівним розміру, заданому за замовчуванням в додатку SolidWorks.

Після проведення розрахунку отримаємо зображення чутливого елемента в деформованому стані (показана деформація збільшена, тобто не відповідає реальній), рис. 2.7.

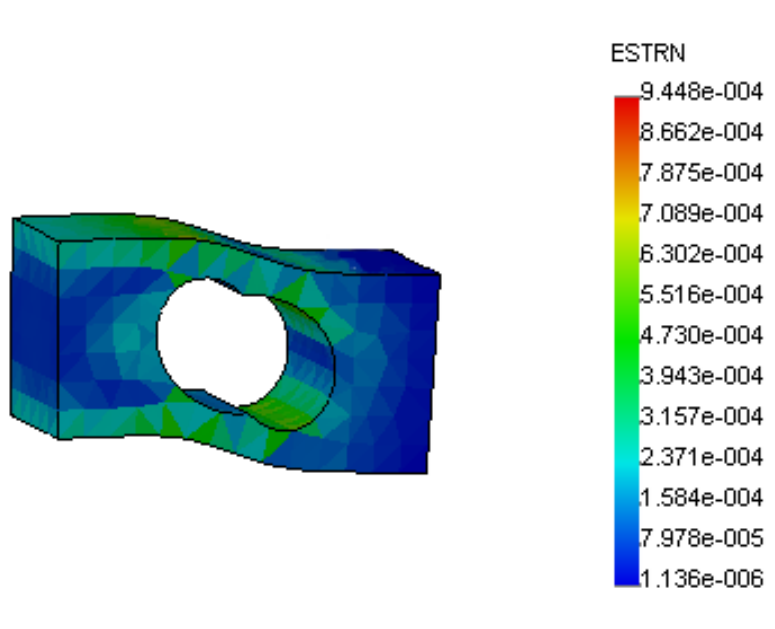


Рис. 2.7. Результати попереднього розрахунку

На рис. 2.7. праворуч від моделі розташована колірна шкала, що відображає відповідність колірного відтінку певної відносної деформації моделі.

З рис. 2.7. видно, що значення максимальної деформації відповідає верхній межі колірної шкали. Отримане значення максимальної відносної деформації менше необхідного, тому потрібно проводити оптимізацію діаметрів суміщених отворів.

Щоб провести оптимізацію в додатку SolidWorks потрібно вибрати режим оптимізації. У додатку SolidWorks для оптимізації потрібно виконати наступне:

- вказати, що оптимізуються розміри;
- вказати, що потрібно: максимізувати або мінімізувати масу моделі;
- вказати межі зміни параметрів, що характеризують деформацію.

Таким чином, в процесі оптимізації комп'ютер буде змінювати геометричні розміри до тих пір, поки не буде досягнута мінімальна маса моделі при значенні відносної деформації знаходяться в заданій вузької області його зміни.

В нашому випадку потрібно:

- в якості оптимізується розмірів вибрати діаметр двох отворів, що утворюють отвір в моделі;
- вказати межі їх зміни: діаметр - від 5 до 13 мм.
- встановити мінімізацію маси моделі;
- встановити межу зміни максимальної відносної деформації в межах від  $0.9 \cdot 10^{-3}$  до  $1.5 \cdot 10^{-3}$  з кроком зміни 50%.

Після виконання цих дій можна давати команду програмі - «оптимізувати». Програма проведе кілька кроків розрахунку (тривалість розрахунку залежить від зазначеної точності попереднього розрахунку і правильно заданих інтервалів зміни параметрів моделі), після закінчення яких видасть як результат модель з оптимізованими геометричними розмірами, представлену на рис. 2.8.

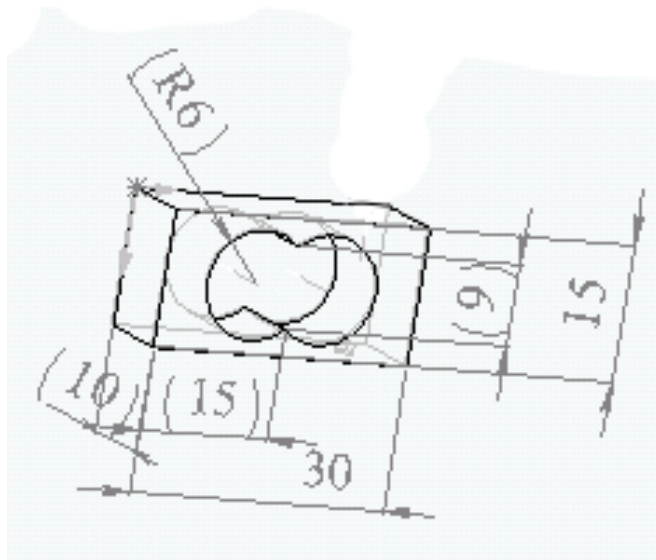


Рис. 2.8. 3D-модель чутливого елемента з оптимізованими геометричними розмірами отвору

Тепер перевіримо результати оптимізації, проведемо повторно розрахунок моделі, включаючи обчислення сітки. (рис. 2.9)

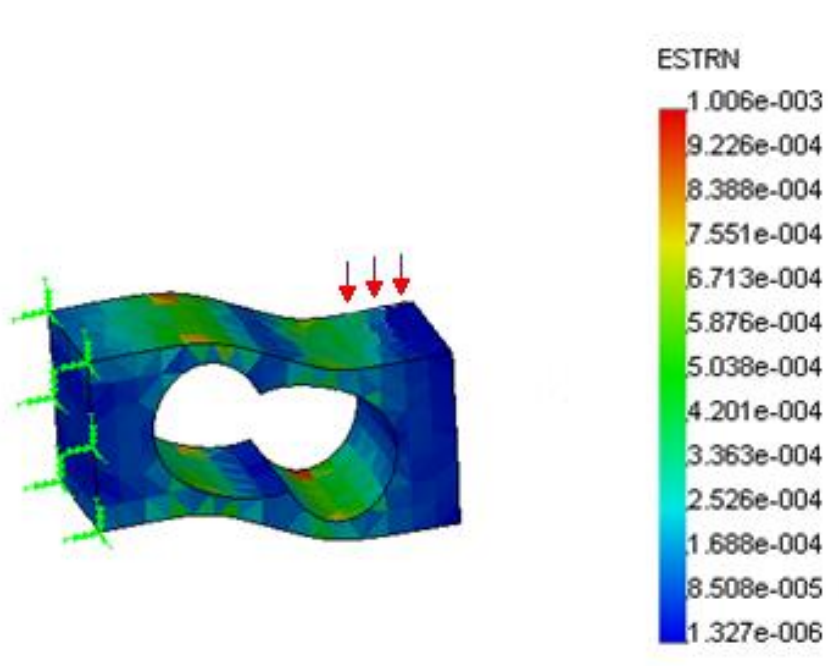


Рис. 2.9. Результати попереднього розрахунку оптимізованої деталі.

Проведений нами розрахунок підтверджує правильність оптимізації так як значення максимальної відносної деформації стало рівним  $1.006 \cdot 10^{-3}$ . Тепер можемо провести точний міцнісний розрахунок чутливого елемента. Результати розрахунку представлені на рис. 2.10.

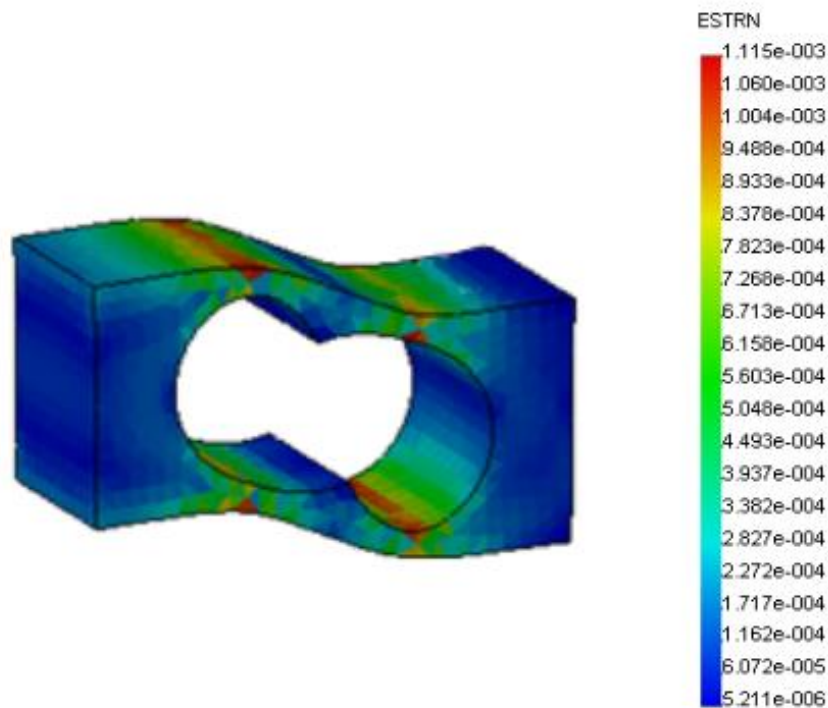


Рис. 2.10. Результати точного розрахунку з оптимізованими параметрами.

З рис.2.10. видно, що максимальна відносна деформація на верхній поверхні чутливого елемента дорівнює, приблизно,  $1.0.64 \cdot 10^{-3}$ . Дане значення цілком придатне для наклейки фольгових тензорезисторів.

### Побудова епюри відносної деформації

Побудова епюри відносної деформації пружного елемента проводиться для визначення зон найбільших розтягування і стиснення, з подальшим використанням отриманої інформації для коректного розташування наклеюються тензорезисторів на пружний чутливий елемент - консольну балку.

Розглянемо найбільш цікаву для нас частина верхньої поверхні чутливого елемента, зображену на рис. 2.11. Саме на цій частині чутливого елемента потрібно клеїти тензорезистори.



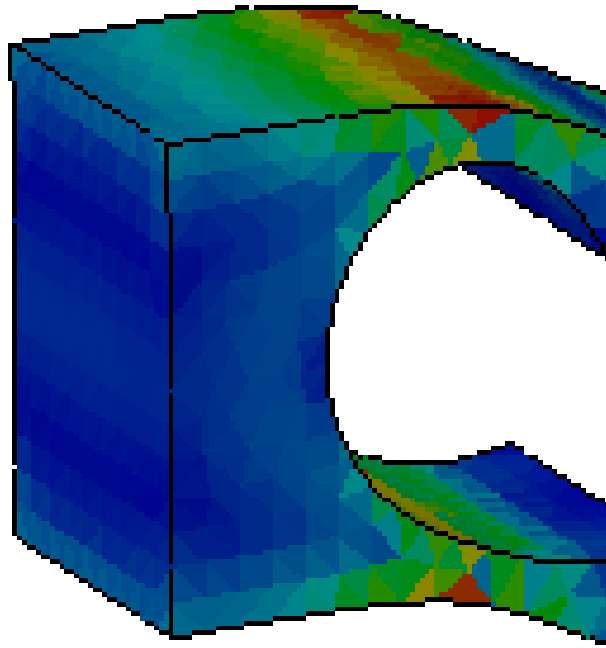


Рис. 2.11. Область чутливого елемента, призначена для наклеївки  
рензорезисторів

За допомогою графічного редактора, що містить елемент керування «піпетка» (наприклад Adobe PhotoShop), визначимо епюру відносної деформації ділянки чутливого елемента, зображеного на рис. 2.11.

Таблиця 2.2

1																						
	$2,07 \cdot 10^{-4}$	$2,99 \cdot 10^{-4}$	$3,42 \cdot 10^{-4}$	$3,87 \cdot 10^{-4}$	$5,09 \cdot 10^{-4}$	$5,761 \cdot 10^{-4}$	$7,71 \cdot 10^{-4}$	$9,54 \cdot 10^{-4}$	$1,056 \cdot 10^{-3}$	$9,44610^{-4}$	$8,73 \cdot 10^{-4}$	$7,426 \cdot 10^{-4}$	$6,677 \cdot 10^{-4}$	$5,109 \cdot 10^{-4}$	$4,542 \cdot 10^{-4}$	$3,94 \cdot 10^{-4}$	$3,60 \cdot 10^{-4}$	$3,39 \cdot 10^{-4}$	$2,71 \cdot 10^{-4}$	$1,53 \cdot 10^{-4}$	$1,06 \cdot 10^{-4}$	$0,87 \cdot 10^{-4}$
3	8,50mm	8,80mm	9,50mm	9,40mm	9,70mm	10,00 mm	10,30 mm	10,60 mm	10,90 mm	11,20 mm	11,50mm	11,80mm	12,10mm	12,40 mm	12,70 mm	13,00 mm	13,30 mm	13,60mm	13,90 mm	14,20 mm	14,50 mm	14,80 mm

У першому рядку таблиці 2.2 наведено кольорове відображення розподілу деформацій по довжині чутливого елемента, у другому рядку - відповідне кольором чисельне значення деформації, в третій рядку - відстань від точки закріплення чутливого елемента до відповідного значення відносної деформації.

Представимо значення таблиці 2.2 у вигляді графіка (рис. 2.12).

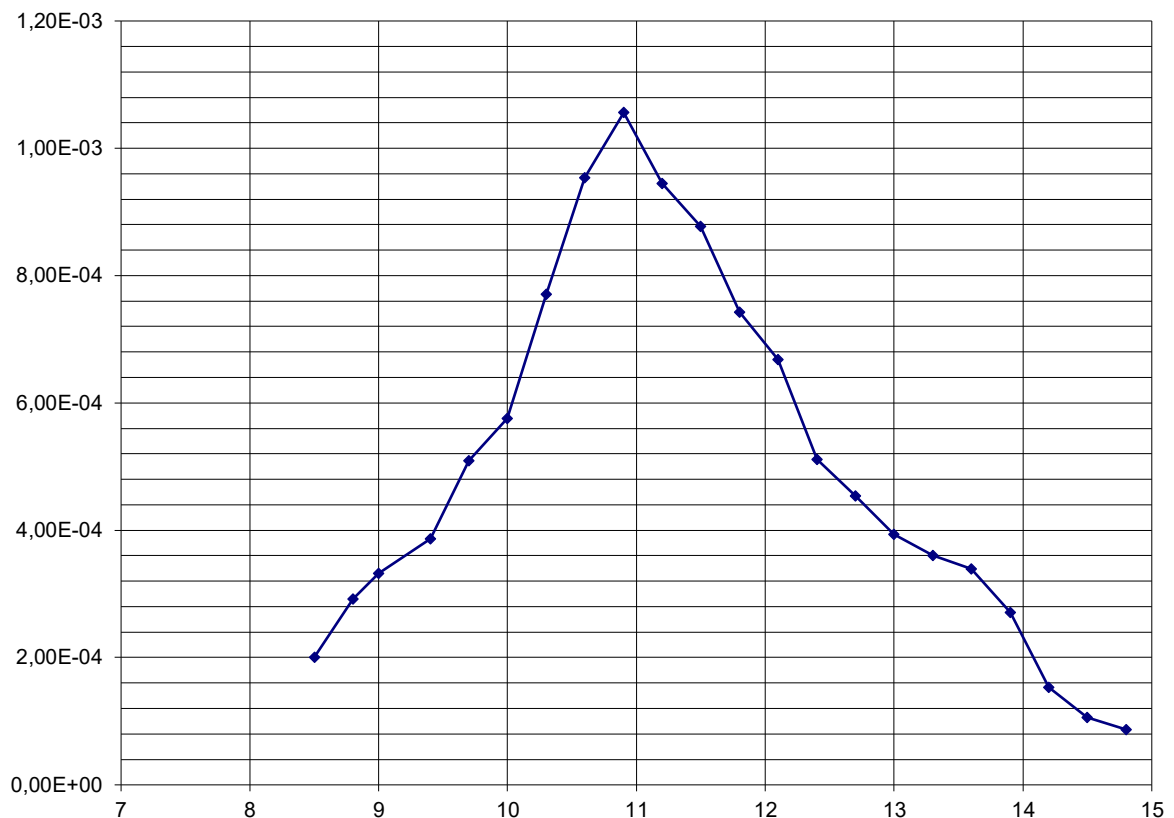


Рис. 2.12. Епюра деформацій ділянки наклейки тензорезисторів.

### Визначення місця наклейки тензорезисторів і середньої відносної деформації по довжині бази тензорезистора

Проведені нами раніше дії дозволяють визначити те місце на чутливому елементі, де необхідно клеїти тензорезистори. Тензорезистори повинні знаходитися на відстані не менше 9 міліметрів від площини закріплення чутливого елемента, так як довжина бази тензорезистора дорівнює 5 міліметрів. Тільки в цьому випадку тензорезистор буде відчувати найбільші деформації [13, 14, 15].

Визначимо середнє значення відносної деформації по довжині бази тензорезистора (5 мм). Для визначення цього значення візьмемо інтеграл в межах (9 ... 14 мм) від сплайн-функції, що проходить через точки, і розділимо значення інтеграла на довжину інтервалу інтегрування. Сплайн-функцію і інтеграл від неї визначимо за допомогою системи для математичних розрахунків MathCAD. В результаті обчислень отримаємо:

$$\varepsilon_{cp(P_{\max})} = \frac{\int_9^{14} spl(x)dx}{14-9} = 5.34269 \cdot 10^{-4}$$

Таким чином, центри тензорезисторів повинні бути розташовані на лінії, паралельній площині закріплення чутливого елемента (але не на краях цієї лінії, а ближче до її центру), яка знаходиться на відстані 11,5 міліметрів від площини закріплення [14, 15]. Два тензорезистора повинні перебувати на верхній поверхні чутливого елемента (тензорезистори будуть відчувати деформацію розтягування), а два інших - на нижній поверхні чутливого елемента (тензорезистори будуть відчувати деформацію стиску). Абсолютні значення максимальних відносних деформацій розтягування і деформацій стиснення, які будуть відчувати тензорезистори, рівні  $5,34269 \cdot 10^{-4}$ .

### 2.2.2.3. Визначення впливу геометричних розмірів чутливого елемента на значення максимальної відносної деформації

Для зручності подальших розрахунків позначимо всі розміри чутливого елемента літерами (рис. 2.13).

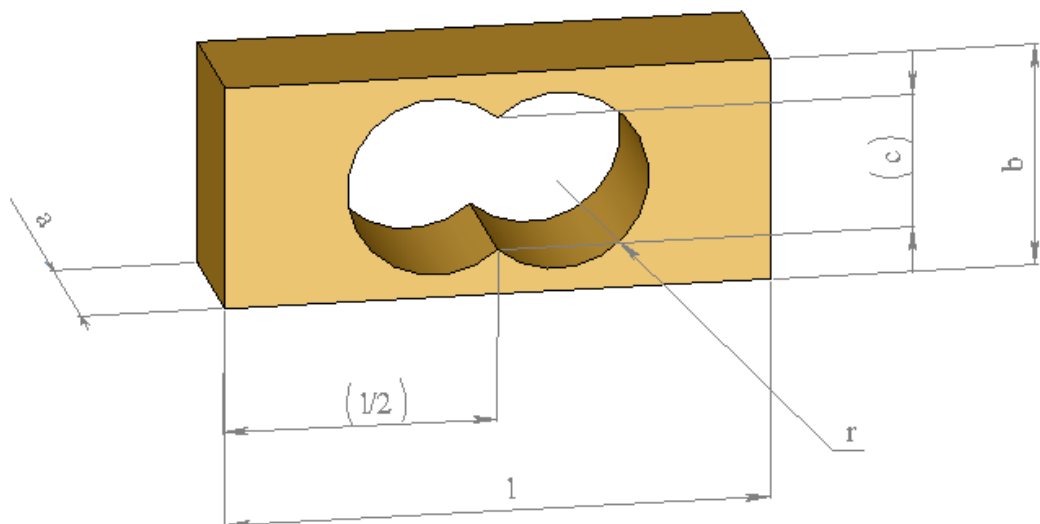


Рис. 2.13. Чутливий елемент з літерним позначенням розмірів

## Вплив довжини $l$ на значення максимальної відносної деформації

Довжину балки  $l$  будемо змінювати від 28 мм до 40 мм. Результати заносимо в таблиці 2.3. І будемо графік впливу довжини  $l$  на величину максимальної відносної деформації, див. Рис. 2.14.

Таблиця 2.3

Довжина балки $l$ , мм	$\varepsilon(P_{MAX})$
30	$1,15 \cdot 10^{-3}$
32	$1,05 \cdot 10^{-3}$
34	$9,567 \cdot 10^{-4}$
36	$8,906 \cdot 10^{-4}$
38	$8,984 \cdot 10^{-4}$
40	$9,160 \cdot 10^{-4}$

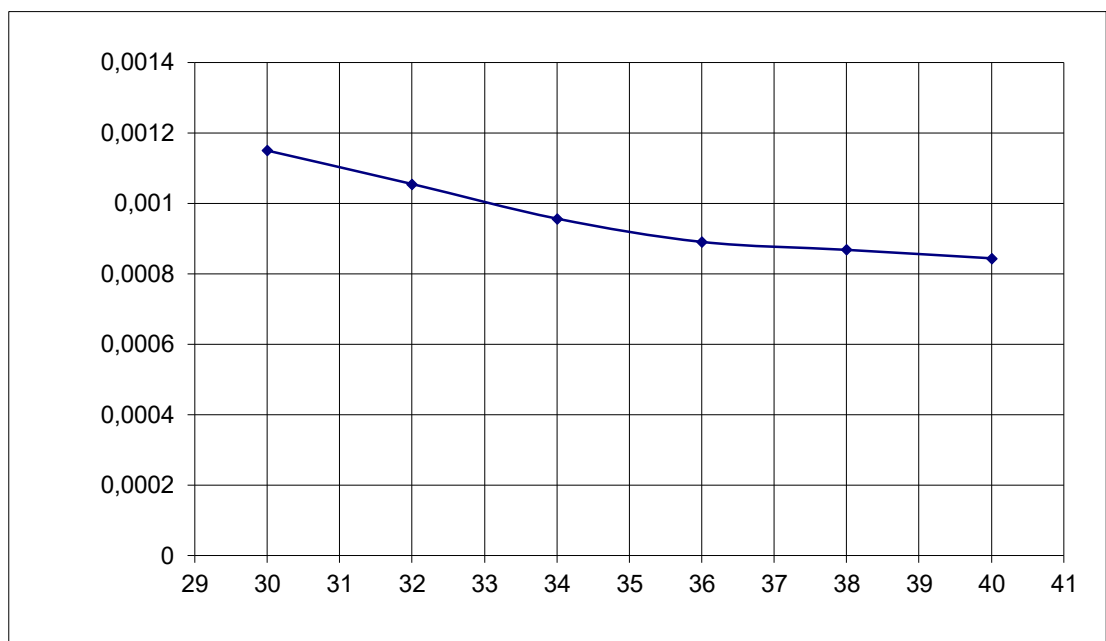


Рис. 2.14. Графік впливу довжини балки  $l$  на величину максимальної відносної деформації

## Вплив висоти балки $b$ на значення максимальної відносної деформації

Висоту балки  $b$  будемо змінювати від 14 мм до 20 мм. Результати заносимо в таблиці 2.4. І будемо графік впливу висоти  $b$  на величину максимальної відносної деформації, див. рис. 2.15.

Таблиця 2.4

Висота балки $b$ , мм	$\varepsilon(P_{MAX})$
14	$1,052 \cdot 10^{-3}$
15	$1,15 \cdot 10^{-3}$
16	$9,88 \cdot 10^{-4}$
17	$9,368 \cdot 10^{-4}$
18	$9,270 \cdot 10^{-4}$
19	$9,127 \cdot 10^{-4}$
20	$9,127 \cdot 10^{-4}$

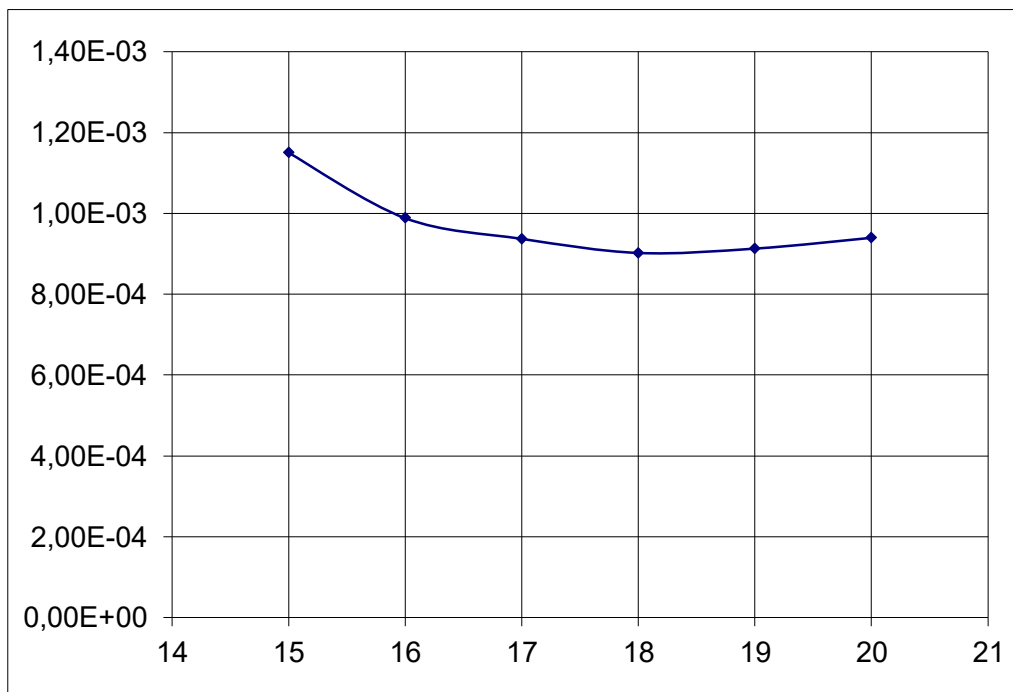


Рис. 2.15. Графік впливу висоти балки  $b$  на величину максимальної відносної деформації

## Вплив ширини балки а на значення максимальної відносної деформації

Ширину балки а змінюватимемо від 8 мм до 20 мм. Результати заносимо в таблиці 2.5. І будуємо графік впливу ширини а на величину максимальної відносної деформації, див. Рис. 2.16.

Таблиця 2.5

Ширина балки а, мм	$\varepsilon(P_{MAX})$
8	$1,183 \cdot 10^{-3}$
10	$1,15 \cdot 10^{-3}$
12	$1,051 \cdot 10^{-3}$
14	$9,382 \cdot 10^{-4}$
16	$7,530 \cdot 10^{-4}$
18	$4,894 \cdot 10^{-4}$
20	$2,872 \cdot 10^{-4}$

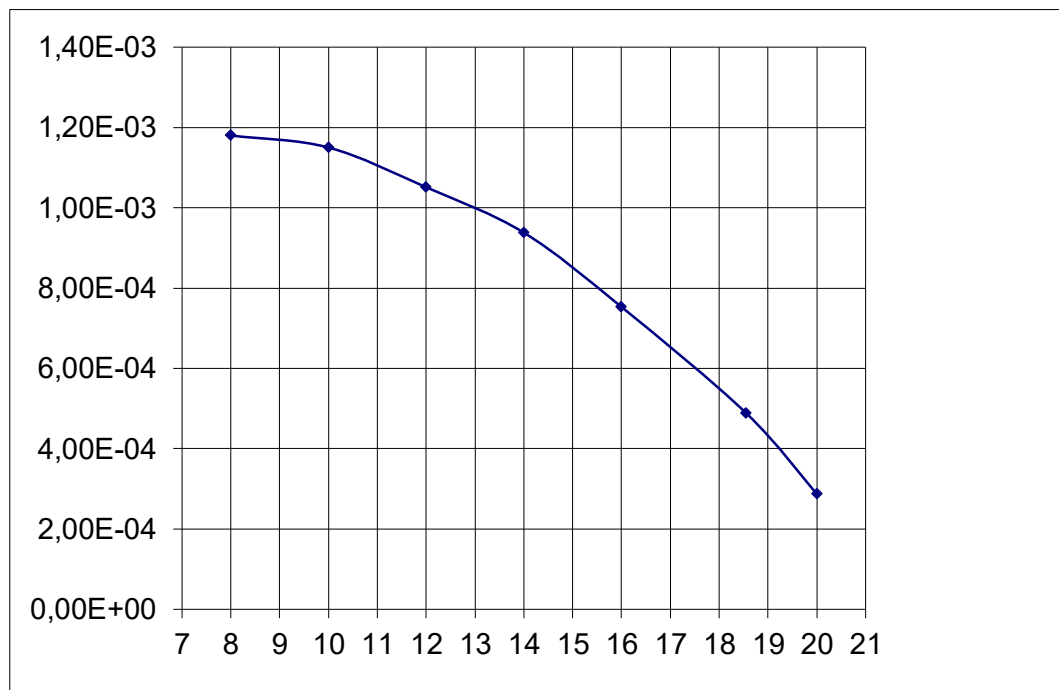


Рис. 2.16. Графік впливу ширини балки а на величину максимальної відносної деформації

## Вплив радіусу отворів $r$ на значення максимальної відносної деформації

Радіус суміщених отворів  $r$  будемо змінювати від 2,5 мм до 3,5 мм. Результати заносимо в таблиці 2.6. І будемо графік впливу радіуса отворів на величину максимальної відносної деформації, див. Рис. 2.17.

Таблиця 2.6

Радіус отв. $r$ , мм	$\varepsilon(P_{MAX})$
2,5	$1,543 \cdot 10^{-3}$
2,75	$1,362 \cdot 10^{-3}$
3	$1,15 \cdot 10^{-3}$
3,75	$8,75 \cdot 10^{-4}$
3,5	$6,60 \cdot 10^{-4}$

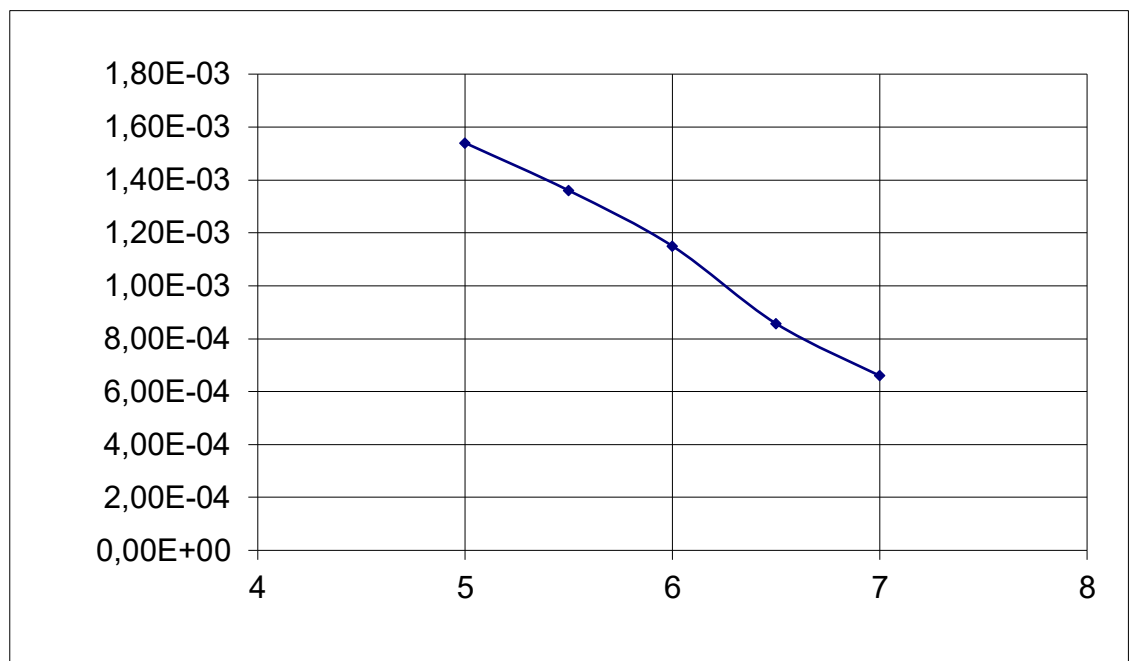


Рис. 2.17. Графік впливу радіуса отворів  $r$  на величину максимальної відносної деформації



## Вплив відстані $s$ на значення максимальної відносної деформації

Відстань  $s$  змінюватимемо від 6 мм до 11 мм. Результати заносимо в таблиці 2.7. Будуємо графік впливу ширини  $s$  на величину максимальної відносної деформації, див. Рис. 2.18.

Таблиця 2.7

Відстань $s$ , мм	$\varepsilon(P_{MAX})$
6	$6,46 \cdot 10^{-4}$
7	$8,08 \cdot 10^{-4}$
8	$1,00 \cdot 10^{-3}$
9	$1,15 \cdot 10^{-3}$
10	$1,26 \cdot 10^{-3}$
11	$1,35 \cdot 10^{-3}$

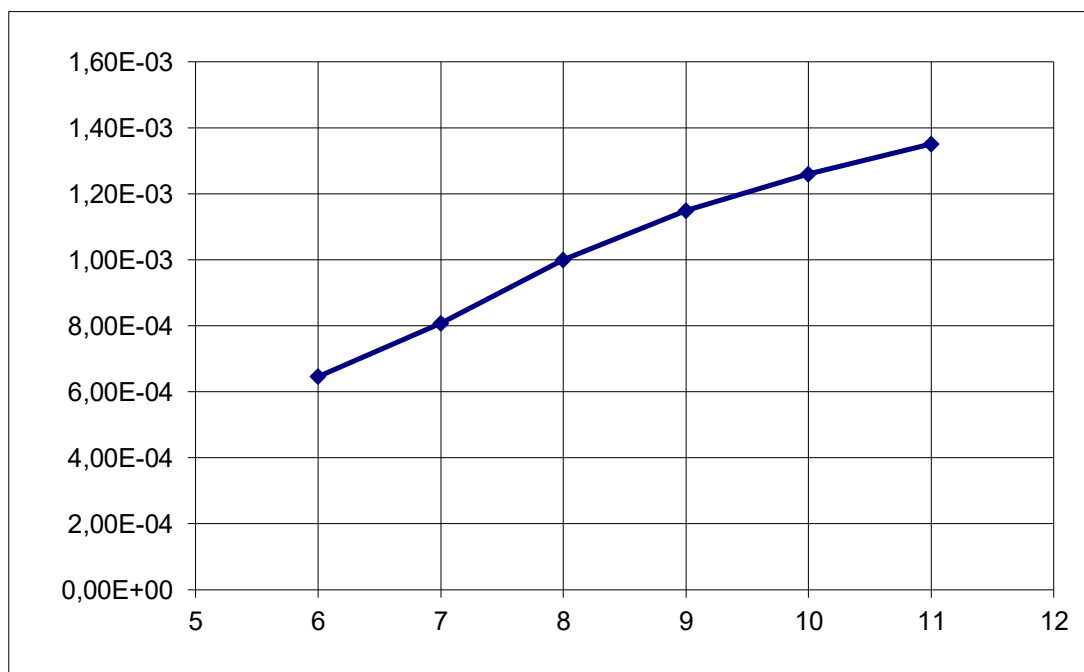


Рис. 2.18. Графік впливу відстані  $s$  на величину максимальної відносної деформації

## Електрична схема включання тензорезисторів

В даному ВПС використовується мостова схема включення тензорезисторів (рис. 2.19.)

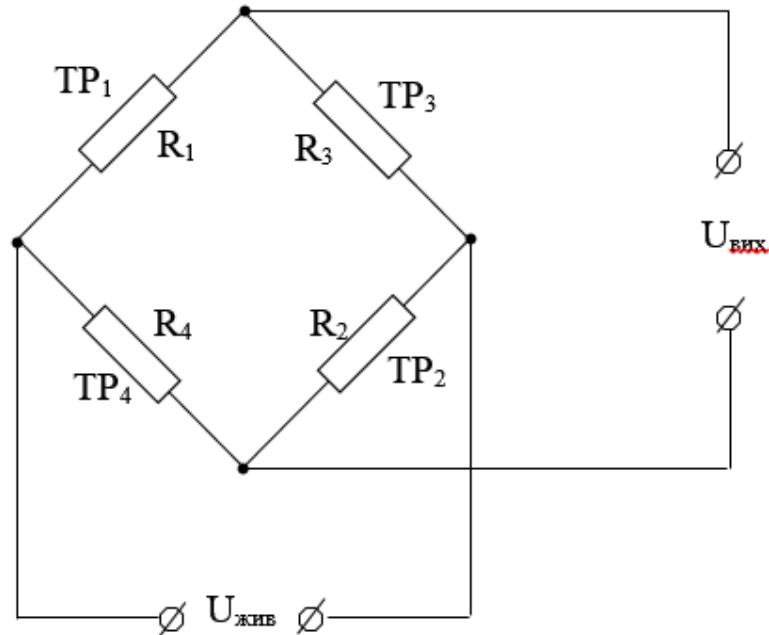


Рис. 2.19. Електрична принципова схема включення тензорезисторів

Нехай  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4$  - відносні деформації баз тензорезисторів  $TP_1, TP_2, TP_3, TP_4$  будуть позитивними, а деформації резисторів  $TP_1, TP_2$  - негативними. Тоді запишемо вираз напруги на виході схеми [14, 15]:

$$U_{\text{вих}} = U_{\text{жив}} \cdot \frac{K}{(K+1)^2} \cdot K_T \cdot (\varepsilon_3 - \varepsilon_2 + \varepsilon_4 - \varepsilon_1)$$

Нехай  $\varepsilon_0 = \varepsilon_3 = \varepsilon_4 = -\varepsilon_1 = -\varepsilon_2$ , тоді перепишемо вираз для  $U_{\text{вих}}$  наступним чином:

$$U_{\text{вих}} = U_{\text{жив}} \cdot \frac{K}{(K+1)^2} \cdot K_T \cdot 4 \cdot \varepsilon_0$$

де  $K_T$  - коефіцієнт тензочутливості тензорезисторів ( $K_T = 2,1$  - для константанових тензорезисторів);

$$K = \frac{R_1}{R_3} = \frac{R_4}{R_2} = 1;$$

### 2.3. Розробка програмного забезпечення та інтерфейсу

Програмне забезпечення для вимірювального стенду було побудовано на основі комп'ютерної програми Delphi 7, яка дозволяє створювати форми для взаємодії оператора з комп'ютером та базою даних.

Структурна середовище програмування Delphi працює на мові Object Pascal, який в свою чергу походить від мови Турбо Pascal. Згодом в Object Pascal додалася технологія RTTI, тобто можливість визначення типу даних і доступу до опису їх класів і членів, яка відповідно перейшла і в Delphi [16].

У відповідь на випуск компанією Microsoft середовища програмування Visual Basic, в 1995 році світ побачила розробка фірми Borland - перша версія Delphi. Потім щороку випускалася нова версія цього продукту, аж до 2002 року, коли вийшла всім добре відома Delphi 7.

Кожна версія мала свої особливості і разючі відмінності від попередньої. Наприклад, в першій була реалізована запозичена з C ++ новітня модель об'єктів. Друга версія і вище призначені для роботи з 32-х розрядної операційною системою.

Основними перевагами цього програмного продукту для розробників є

- Компілятор високої продуктивності, що дозволяє перевести код мовою оригіналу в машинний;
- Впровадження об'єктно-орієнтованої моделі програмування;
- Висока швидкість створення додатків, завдяки великій кількості стандартних модулів;
- Велика кількість сервісів і засобів для створення баз даних;
- Вбудований компілятор досі є найшвидшим, він виробляє компіляцію зі швидкістю, що перевищує 120 000 рядків / хв. Його висока продуктивність дозволяє створювати якісні прикладні програми клієнт-серверної архітектури [16]. Процес побудови стає дуже зручним завдяки наявності великої кількості готових компонент, які можна легко вставити в тіло програми, перевіривши їх на

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поле проекту. Розробник ще до компіляції може побачити те, як буде виглядати готова програма і внести необхідні корективи.

Ще однією важливою перевагою Delphi 7 є те, що код можна використовувати максимальну кількість разів, тобто крім стандартних 270 базових класів, користувач може створювати і використовувати сам. Це дуже корисна особливість при створенні вирішенні складної і специфічної проблеми.

У Delphi 7 передбачена можливість підключення до різних корпоративних баз даних. Зв'язок з БД заснована на SQL-запитах. У складі програмного продукту Delphi 7 присутні такі сервіси, як Database Engine і SQL Link. Ще одні плюсом є підтримка локального сервера Interbase [16].

При створенні інтерфейсу було взято облік сипучих культур на складі за допомогою зважування вантажного автомобіля з культурою та без неї.

Інтерфейс програми представлений на рисунку 2.20. Код програми визначення повісного навантаження автомобіля представлений в додатку Г.

Рис. 2.20. Інтерфейс програмного забезпечення.

Для обробки сигналу з датчику використовується ваговий пристрій марки Keli (рис. 2.21).

Ваговий термінал типу ХК3118Т1 (далі термінал) призначений для вимірювання сигналу від аналогових тензодатчиків і перетворення в одиниці ваги (кг або фунти). Індикація ваги здійснюється на 6-ти розрядному світлодіодному дисплеї. На борту є вихід RS-232. Термінал призначений для роботи з промисловими вагами різних типів. Для запобігання несанкціонованого зміни параметрів калібрування, на задній стінці терміналу є кришка, яка закриває кнопку «Калібрування». Кришка кріпиться спеціальним гвинтом, головка якого має отвір для опломбування.



Рис. 2.21. Ваговий пристрій Keli

#### 2.4. Методика дослідження на вимірювальному стенді

Для проведення експерименту необхідно закріпити блоки між собою, закріпити стержні в клинах, встановити їх на рейки та накрити кришкою відділення для черв'ячної передачі. Далі регулюючу платформу встановити на клинах, закріпити на ній платформу для стійки та саму стійку на останній. Потім на стійку потрібно зафіксувати датчик та вимірювальну платформу на

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ньому. Наостанок необхідно за допомогою ніжок встановити стенд строго горизонтально по двом осям та виставити висоту вимірювальної платформи так, щоб вона співпадала з верхньою частиною блоків, що імітують дорогу.

Після встановлення стенду наступним кроком є підключення електроніки. Датчик необхідно під'єднати до вагового пристрою. Він з'єднується з комп'ютером через USB – роз'єм та мережею, напругою 220 В.

Перевіривши всі з'єднання та ввімкнувши ваговий пристрій, треба запустити програмне забезпечення. Для прикладу експеримент було проведено на спрощеній моделі стенду.

Перед початком зважування необхідно вести дані про культуру, підприємство, та обрати водія з бази даних.




Рис. 2.22. Підготування автомобіля до зважування.

АПК "Насташка" - 24 жовтня 2018 р.

Надходження Реалізація Звіти Ваговий пристрій Параметри

Зважування Таблиця "Надходження"

## Надходження

 **Новий автомобіль**

Вага автомобіля, кг




0

●

Авто без вантажу, кг

Авто з вантажем, кг

Вага продукту, кг

 Тара  Брутто  Відмінити

Культура

Гречка

Номер накладної

Підприємство / фізична особа

ЗАТ ТЕГРА УКРАЇНА

№ зваженого автомобіля

Водій

Заїка С.В.

Зважено

50

№ всіх автомобілів

BE2490BA

Записати

Оператор: Крижанівський В.В. 24.10.2018 15:12:18

Рис. 2.23. Введення даних перед початком зважування.

Після того, як автомобіль заїхав на ваги та зупинився, оператор повинен дочекатися стабілізації значення (зелений індикатор – готовий до запису, жовтий – значення встановлюється), вказати навантажений автомобіль або ні, натиснувши відповідною кнопку. Таким чином фіксується значення ваги та заносяться до бази даних відповідно вказаним раніше параметрам.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Рис. 2.24. Автомобіль на вагах.

АПК "Насташка" - 24 жовтня 2018 р.

Надходження Реалізація Звіти Ваговий пристрій Параметри

Зважування Таблиця "Надходження"

**Надходження**

Новий автомобіль

Вага автомобіля, кг: **10970**

Автомобільні іконки:

Автомобільні кнопки: Тара Брутто Відмінити

Автомобільні поля: Авто без вантажу, кг: 10970; Авто з вантажем, кг: ; Вага продукту, кг:

Культура: Гречка

Номер накладної:

Підприємство / фізична особа: ЗАТ ТЕГРА УКРАЇНА

Не зваженого автомобіля: ; Зважено: 50; Попередні дані:

Водій: ☒ Весь список; Не всіх автомобілів:

Заїка С.В. BE2490BA

Записати

Оператор: Крижанівський В.В. 24.10.2018 15:12:18

Рис. 2.25. Запис значення до бази даних.

Після зважування автомобіль повинен з`їхати з ваг, розвантажитись або завантажитись, та повторити операцію для визначення маси вантажу, що перевозиться.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Результатом даної операції є побудова графіку залежності навантаження яке створив автомобіль на вимірювальну платформу, від кількості вимірюваних точок.

## 2.5. Результати експериментального дослідження на стенді

В ході дослідження було розроблено та створено макет для експериментів, на якому проводилось дослідження програмного забезпечення (рис.2.26).



Рис. 2.26. Макет стенду

Згідно методики досліджень на вимірювальному стенді, було проведено експерименти, в ході яких було побудовано графік залежності значення ваги автомобіля від кількості вимірюваних точок (рис. 2.27).

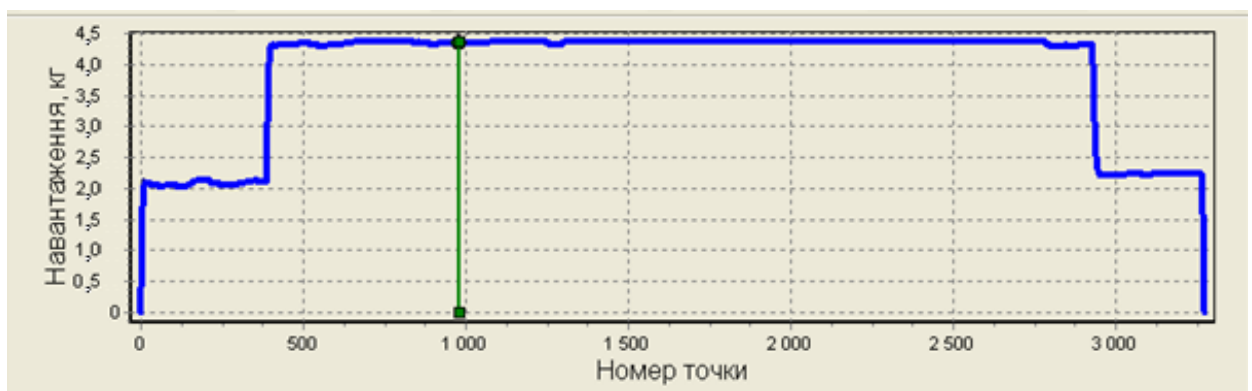


Рис. 2.27. Результуючий графік

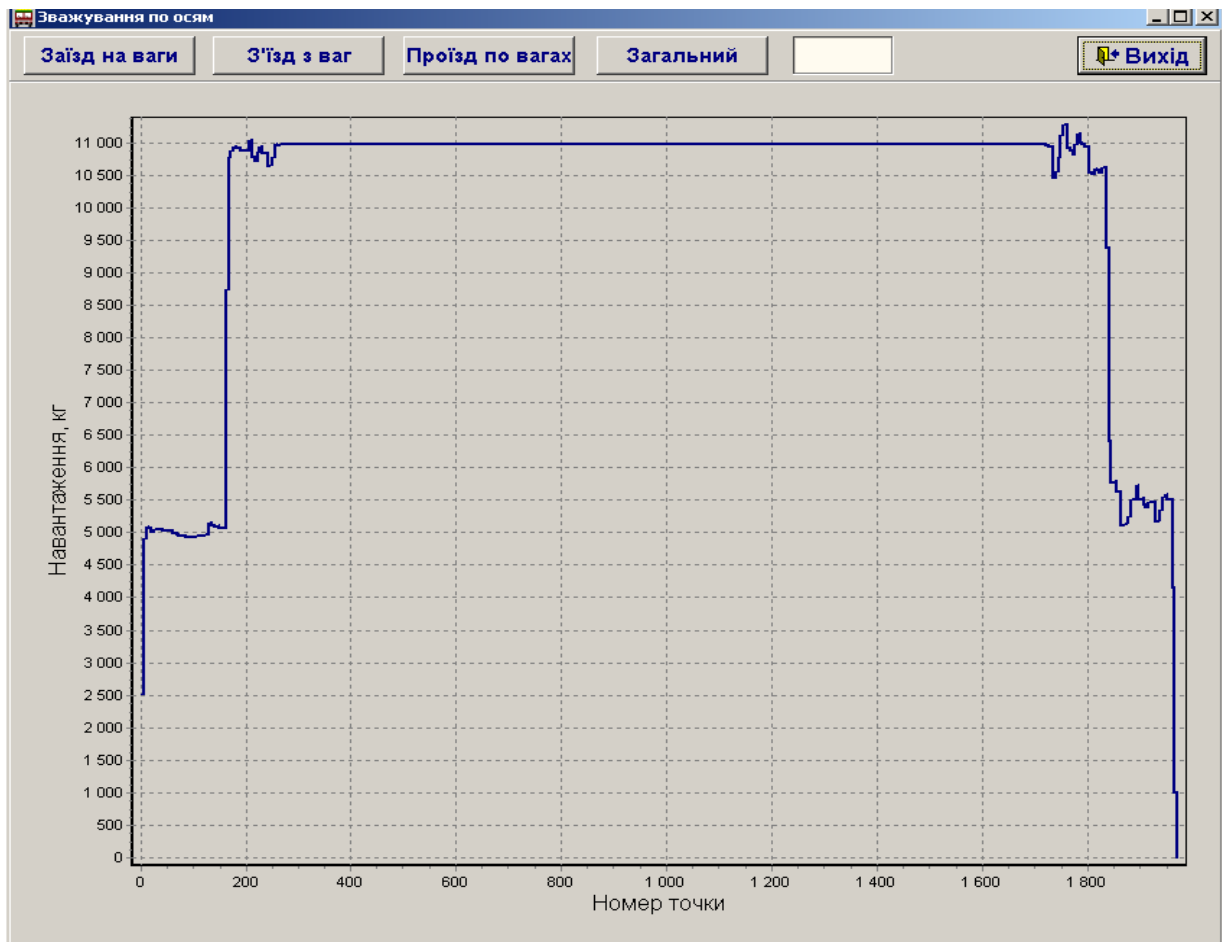


Рис. 2.28. Графік навантаження реального автомобіля

Даний графік, що отримано в результаті експерименту на макеті, було порівняно з графіком графік залежності значення ваги автомобіля від кількості вимірюваних точок вантажного автомобіля на натуральних вагах для зважування автомобіля (рис. 2.28).

## 2.6. Висновок до розділу 2

Розроблено конструкцію вимірювального стенду та побудовано 3D-модель. Конструкція вимірювального стенду розроблена таким чином, що він має можливість розбиратись на три окремі блоки для зручного транспортування та має ніжки для точного горизонтального регулювання. Створено макет для стенду для досліджень.

Виконано розрахунок черв'ячної зубчастої передачі та тензодатчика.  
Виконано аналіз впливу розмірів чутливого елемента на значення відносної деформації.

Розроблено програмне забезпечення та інтерфейс для експериментальних досліджень, та методику дослідження на вимірювальному стенді. Проаналізувавши два графіки виявилось, що метод, застосований для дослідження на макеті, більш точно визначає навантаження на осі автомобіля, ніж той, що застосовується на реальних вагах.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ «ДРОН-КУР'ЄР»

#### 3.1. Опис ідеї проекту

Стартап як форма малого ризикового (венчурного) підприємництва впродовж останнього десятиліття набула широкого розповсюдження у світі через зниження бар'єрів входу в ринок (із появою Інтернету як інструменту комунікацій та збуту стало простіше знаходити споживачів та інвесторів, займатись пошуком ресурсів, перетинати кордони між ринками різних країн), і вважається однією із наріжних складових інноваційної економіки, оскільки за рахунок мобільності, гнучкості та великої кількості стартап-проектів загальна маса інноваційних ідей зростає [17].

Проте створення та ринкове впровадження стартап-проектів відзначається підвищеною мірою ризику, ринково успішними стає лише невелика частка, що за різними оцінками складає від 10% до 20%. Ідея стартап-проекту, взята окремо, не вартує майже нічого: головним завданням керівника проекту на початковому етапі його існування є перетворення ідеї проекту у працюючу бізнес-модель, що починається із формування концепції товару (послуги) для визначеної клієнтської групи за наявних ринкових умов [17].

Метою даного стартап-проекту є:

1. Розробка сервісу для швидкої доставки вантажу за допомогою дрона.
2. Створення зручної системи реєстрації замовлення.
3. В подальшому створення дрона для перевезення вантажу більше 5 кг та збільшувати максимальну допустиму вагу для перевезення.

В першу чергу проект розрахований на бізнесменів, на покупців товару в інтернет-магазинах з доставкою. Також приватні особи без перешкод зможуть користуватися сервісом.



Рис. 3.1. Дрон-кур'єр

В таблиці 3.1. зображено основні напрямки застосування ідеї проекту.

Таблиця 3.1. Опис ідеї стартап-проекту

<i>Зміст ідеї</i>	<i>Напрямки застосування</i>	<i>Вигоди для користувача</i>
Створення безпілотного дрона-кур'єра з автоматичним визначення ваги вантажу	1. Доставка пошти	Своєчасна доставка пошти
	2. Кур'єрська доставка	Швидка доставка посилок
	3. Доставка їжі	Доставка замовлення в зазначений час

**Висновок:** Ідея передбачає собою реєстрацію доставки вантажу вагою до 5 кг за допомогою мобільного додатку. Після підтвердження замовлення дрон прибуває до відправної точки та, помістивши вантаж до спеціального відсіку, система перевіряє його вагу. Якщо вантаж не перевищує ліміт ваги вантажу, дрон відлітає до точки доставки в автоматичному режимі. Визначення початкової та кінцевої точки виконується за допомогою ввімкненої GPS-навігації на смартфоні.

Далі проводимо аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів:

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- визначаємо перелік техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї;
- визначаємо попереднє коло конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проводимо збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку;
- проводимо порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначено показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні) (табл. 3.2).

Таблиця 3.2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко- економічні характерис- тики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторон а)	N (нейтраль на сторона)	S (сильна сторон а)
		Мій проект	Укрпошта	Amazon	IBM			
1	Патенти на продукти	Немає	Має	Має	Має	+	-	-
2	Динаміка галузі	Висока	Висока	Висока	Висока	-	-	+
3	Змінні витрати	Вплива ють	Вплива ють	Не вплива ють	Не вплива ють	-	+	-
4	Система інформаці ї	Погана	Хороша	Хорош а	Віднос но хороша	+	-	-
5	Лояльніст ь споживачі в	Відносн о хороша	Хороша	Хорош а	Хорош а	-	-	+
6	Ціна	Низька	Середн я	Середн я	Середн я	-	-	+



**Висновок:** За рахунок високої динаміки галузі та низької ціни очікується, що проект буде лояльно прийнятий споживачами в першу чергу через свою новизну. Залишається відкритою проблема патенту та інформованості.

### 3.2. Технологічний аудит ідеї проекту

В даному підрозділі необхідно провести аудит технології, при аналізі якого можна реалізувати ідею проекту. Технологічна здійсненність оцінюється в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Ідея проекту</i>	<i>Технології її реалізації</i>	<i>Наявність технологій</i>	<i>Доступність технологій</i>
1	Автономність	Безпілотна доставка з можливістю ручного керування	Необхідно доробити	Так
2	Швидкість	Швидка доставка за рахунок пересування в повітрі	Наявна	Так
3	Доступність	Доставка в будь-яку точку міста	Наявна	Так

**Висновок:** за результатами аналізу таблиці можна сказати, що проект можливо технологічно реалізувати за допомогою наявних технологій виробництва дронів та систем визначення координат (як дрона так і заданих).

### 3.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначимо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту. Це дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

Спочатку проведемо аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 3.4).

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Показники стану ринку (найменування)</i>	<i>Характеристика</i>
1	Кількість головних гравців, од	6
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	20000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Немає
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	безпечність продукції для оточуючих, вимоги техніки безпеки, положення, що забезпечують технічну єдність та ін.
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	60%

**Висновок:** за результатами аналізу таблиці можна сказати, що ринок є привабливим для входження, там як дана сфера діяльності стрімко набирає обертів та не має обмежень для входження.

Надалі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 3.5).

Таблиця 3.5. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</i>	<i>Вимоги споживачів до товарів</i>
1	Швидка доставка замовлення	Люди від 16 до 70 років	— Зручність у користуванні; — Економія часу та зусиль.	— Надійність; — Невисока вартість; — Зручність у використання; — Довготермінова гарантія; — Термін експлуатації;

**Висновок:** На сьогоднішній день важливим показником є термін доставки зручність у користуванні. Дана ідея проекту націлена на задоволення даних потреб та повністю задовольняє їх.

При застосуванні даної даної технології є певні загрози, які можуть вплинути на лояльність користувачів та на дохід (таблиця 3.6).

Таблиця 3.6. Фактори загроз

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст загрози</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1	Повернення	Відмовлення від покупки товару	Повернення коштів
2	Конкуренти	Дані технології активно розвиваються у всьому світі	Моніторинг ринку
3	Програмна недоробка	Можливість некоректної роботи додатку або ж збою	Додаткове випробування
4	Програмна поломка	Перевантаження системи	Перезавантаження приладу
5	Втрата привабливості	З часом дизайн втрачає свою привабливість	Оновлення інтерфейсу та зовнішнього вигляду
6	Застарілість	Щоденне використання часто робить інтерфейс набридливим і менш привабливим	Оновлення інтерфейсу
7	Проблеми з експлуатацією приладу	Часті питання, яких немає в інструкції до експлуатації	Гаряча лінія та підтримка клієнтів

**Висновок:** Фактори загроз є досить вагомими, адже кожен впливає на лояльність користувачів, але за наявності постійного оновлення технічного та програмного забезпечення привабливість буде знижуватись мінімально.

Але поряд із колом загроз існують і певні можливості (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7. Фактори можливостей

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст можливості</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1	Спосіб використання	Управління через мобільний телефон, планшет, спеціальний пульт	Створення дистанційного пульта управління (ДПУ), написання програми-аналога з більшими можливостями
2	Гарантія результату	Автоматичне визначення ваги вантажу для гарантії доставки	Розробка нових технологій визначення ваги
3	Сумісність з різними операційними системами	Використання різних операційних систем створює проблему конфліктності у використанні однієї платформи	Написання прошивки під роботу з різними операційними системами
4	Економія часу	Використання у доставці до будь якої точки міста	Розробка компактної конструкції
5	Розроблення нових проектів	Залучення нових працівників	Проведення стартапів

**Висновок:** Фактори можливостей досить вагомі особливо зараз, в роки інформаційних технологій навколо нас та браку часу. Проект задовольняє потреби просто використання та залучення як нових працівників, так і стартапів.

В будь якій сфері діяльності існує не одна компанія, що створюють між собою конкуренцію. В таблиці 3.8 наведено аналіз конкуренції на ринку на даній сфері.

Таблиця 3.8. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

<i>Особливості конкурентного середовища</i>	<i>В чому проявляється дана характеристика</i>	<i>Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)</i>
1. Монополістична конкуренція	Існує декілька схожих, але не ідентичних товарів	Конкуренція заставляє розробляти нові привабливі ідеї

2. Міжгалузева ознака	Дана продукція охоплює галузь доставки	Оновлення та покращення роботи приладу дозволить бути завжди конкурентноспроможним
3. Товарно-родова конкуренція	Конкуренція між товарами, що виконують схожі функції	Реклама, нові функції
4. Цінова конкурентна перевага	Вітчизняний продукт у національній валюті	Моніторинг цін на ринку
5. Марочна продукція	Зареєстрований бренд, марка має величезний вплив на вибір і думку покупця	Реєстрація марки, рекламування товару

**Висновок:** Конкуренція відіграє важливу роль в розвитку компанії, так як завдяки ній проводиться аналіз ринку та створюються вдосконалення. За рахунок реклами, постійного моніторингу конкурентів та оновлення можна залишатися «на плаву» досить довго.

Після аналізу конкуренції проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (таблиця 3.9).

Таблиця 3.9. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	<i>Прямі конкуренти в галузі</i>	<i>Потенційні конкуренти</i>	<i>Постачальники</i>	<i>Клієнти</i>	<i>Товари-замінники</i>
<i>Складові аналізу</i>	<i>Укрпошта, Amazon, IBM</i>	<i>Ціна, якість, швидкість роботи</i>	<i>Без дистриб'юторів. Самі ж компанії являються постачальниками товарів на ринок, щоб уникнути додаткових витрат</i>	<i>Клієнти залишають відгуки, оцінюють роботу додатку. Тому суб'єктивна оцінка з боку покупців завжди є високопоставлена</i>	<i>Неякісні написані програми-аналогі</i>

Висновки:	Великі компанії, які мають великий досвід в доставці пошти та кур'єрній діяльності	Необхідно прямувати до стандартів якості, заданих конкурентами	Постачальники продукції встановлюють ціну	Потреби ринку встановлюють покупці. Тому це завжди є ключовим фактором.	Часті поломки, вихід з ладу комплектуючих
-----------	--	--	---	---	---

**Висновок:** за результатами аналізу таблиці можна сказати, що ринок є привабливим для входження, там як така сфера діяльності має невелику кількість конкурентів, як в Україні, так і в світі. Проект повинен мати новизну, доступ до проекту через інтернет-ресурси та середню собівартість.

Після всіх аналізів визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності. За рахунок новизни та низької собівартості можна виграти пару позицій у конкурентів, а простий доступ через мережу Інтернет, знижки та систему бонусів збільшить привабливість користувачів до даного проекту.

Таблиця 3.10. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Новизна і прогрес	Сучасні технології та платформа розробника
2	Собівартість	Середня собівартість продукції
3	Інтернет ресурс	Прилад представлений для споживачів України
4	Гарантія	Продовжена гарантія на 2 та більше років
6	Знижка на оптову покупку	При масовій закупці приладів та комплектуючих – знижки залежно від обсягу
7	Система постійних клієнтів, VIP-клієнтів	Постійним клієнтам знижка 10%
8	Система акцій	Великий асортимент акційних послуг
9	Система бонусів	Бонуси за кожну покупку, які в подальшому можна обміняти на знижки

Таблиця 3.11. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з "Miniplatе»						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Новизна і прогрес	20							X
2	Собівартість	10				X			
3	Гарантія	15						X	
4	Система постійних клієнтів, VIP-клієнтів	13						X	
5	Система акцій	10					X		
6	Система бонусів	10					X		

З таблиць 3.10 та 3.11 бачимо, що фактори конкурентоспроможності суттєві та мають великий позитивний внесок при впровадженні нового програмного забезпечення для розрахунку концентрації пилу. Основною перевагою та головним досягненням є висока якість продукту та технічна підтримка на протязі всього терміну його використання споживачем.

Таблиця 3.12. SWOT- аналіз стартап-проекту

<p><b>Сильні сторони:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Новизна і прогрес</li> <li>— Собівартість</li> <li>— Гарантія</li> <li>— Система постійних клієнтів, VIP-клієнтів</li> <li>— Система акцій</li> <li>— Система бонусів</li> <li>— Гарантія доставки</li> <li>— Дистанційне користування.</li> <li>— Комфортність та зручність</li> </ul>	<p><b>Слабкі сторони:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Складність реалізації</li> <li>— Складність моніторингу</li> <li>— Конкуренти</li> <li>— Існування подібних технологій</li> </ul>
<p><b>Можливості:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Дистанційне управління</li> <li>— Автоматичне визначення ваги вантажу</li> <li>— Встановлення програмного середовища</li> <li>— Сумісність з різними операційними системами</li> <li>— Розробка нових проектів</li> </ul>	<p><b>Загрози:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Відмова</li> <li>— Конкуренти</li> <li>— Брак</li> <li>— Програмна поломка</li> <li>— Втрата привабливості</li> <li>— Застарілість програмного забезпечення</li> </ul>



На основі SWOT-аналізу розробляємо альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок.

Таблиця 3.13. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки</i>	<i>Ймовірність отримання ресурсів</i>	<i>Строки реалізації</i>
1	Укласти договір з одним із конкурентів про співпрацю і взаємообмін запатентованими розробками	50%	1 місяці
2	Укласти договір з партнерами про розширення партнерської діяльності	70%	2 місяці
3	Укласти договір з робочим персоналом щодо збільшення можливостей приладу	95%	3 тижні
4	Розширення компанії внаслідок збагачення цінними кадрами	90%	2 місяці

### 3.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 3.14. Вибір цільових груп потенційних споживачів

<i>№ n/ n</i>	<i>Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів</i>	<i>Готовність споживачів в сприйняти продукт</i>	<i>Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)</i>	<i>Інтенсивність конкуренції в сегменті</i>	<i>Простота входу у сегмент</i>
1	Потенційними клієнтами можуть бути особи від 18 до 60 років.	Великі компанії та підприємці зацікавлені	Попит є достатньо великим, так як на сьогоднішні	Інтенсивність конкуренції досить велика, так як маємо дві	Наявність сертифікату на відповідність

		і в швидкій доставці.	й день швидка доставка в окремих випадках є нагальною проблемою.	великі компанії по доставці	технічному регламенту та системи управління якістю.
--	--	-----------------------	--	-----------------------------	---

Таблиця 3.15. Визначення базової стратегії розвитку

<i>№ n/n</i>	<i>Обрана альтернатива розвитку проекту</i>	<i>Стратегія охоплення ринку</i>	<i>Ключові конкурентоспро можні позиції відповідно до обраної альтернативи</i>	<i>Базова стратегія розвитку*</i>
1	Обрання ціни як доставка кур'єром, тільки в короткі строки	Охоплює загальний ринок, як український, так і закордонний	Швидка доставка, приваблива ціна, новаторський спосіб	Стратегія диференціації

**Висновок:** За рахунок стратегії диференціації дозволяє зробити проект більш привабливим для користувача та бути конкурентноспроможним за рахунок задоволення конкретних потреб користувача.

Таблиця 3.16. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

<i>№ n/n</i>	<i>Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?</i>	<i>Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?</i>	<i>Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?</i>	<i>Стратегія конкурентної поведінки*</i>
	Так	Забирати існуючих у конкурентів	Ні	залишатися стабільною упродовж тривалого проміжку часу

На основі вимог споживачів з обраного сегменту до постачальника і продукту, а також в залежності від стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки розробляємо стратегію позиціонування яка визначається у формування ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати проект.

Таблиця 3.17. Визначення стратегії позиціонування

<i>№ n/ n</i>	<i>Вимоги до товару цільової аудиторії</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>	<i>Ключові конкурентоспромо жні позиції власного стартап- проекту</i>	<i>Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)</i>
1	Швидка доставка	Стратегія диференц іації	Швидка доставка, приваблива ціна, новаторський спосіб	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Гарантія доставки</li> <li>– Зручність користування послугою</li> <li>– Швидкодія</li> </ul>

Результатом даного підрозділу є система рішень щодо ринкової поведінки компанії, вона визначає в якому напрямі буде працювати компанія на ринку

### 3.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Таблиця 3.18. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

<i>№ n/n</i>	<i>Потреба</i>	<i>Вигода, яку пропонує товар</i>	<i>Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)</i>
	Швидкість та зручність доставки, доступна ціна	Задовольняє потребу	Новаторський метод доставки, швидкість, доступність, зручність

Таблиця 3.19. Опис трьох рівнів моделі товару

<i>Рівні товару</i>	<i>Сутність та складові</i>		
I. Товар за задумом	Задовольняє базові проблеми доставки, зручна доставка в будь яку точку міста, набагато швидше ніж кур’єрська доставка		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Швидка доставка	Нм	Тх/Е
	2. Автоматичне визначення ваги вантажу	М	Тх
	3. Автономна доставка	Нм	Тх/Ор
	4. Велика вантажомісткість	М	Тх
	Якість: Європейські гармонізовані стандарти EN 13485, EN 9001		
	Пакування: Фірмова упаковка		
III. Товар із підкріпленням	Марка:		
	До продажу: ціна, дизайн		
	Після продажу: гарантія, клієнтська підтримка		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання:			

**Висновок:** Автоматичне визначення ваги вантажу дозволяє гарантувати його доставку в точку призначення, автономна доставка дозволяє скоротити кількість операторів, велика вантажомісткість діє змогу розширити спектр можливостей доставки.

Таблиця 3.20. Формування системи збуту

<i>№ п/п</i>	<i>Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Функції збуту, які має виконувати постачальник товару</i>	<i>Глибина каналу збуту</i>	<i>Оптимальна система збуту</i>
	Закупка для вирішення нових завдань	Встановлення безпосередніх контактів із споживачами та покупцями товарів. Транспортування товару Обслуговування проданих товарів.	0	Роздрібна торгівля, збут власними силами

Таблиця 3.21. Концепція маркетингових комунікацій

№ n/n	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
	Фактори	Інтернет (мобільний додаток)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Доступність використання</li> <li>– Низька ціна</li> <li>– Забезпечення гарантії доставки</li> </ul>	Звернути увагу на нові технології та можливості доставки	Висвітлити ключові позиції компанії

### 3.6. Висновок до розділу 3

Ідея передбачає собою реєстрацію доставки вантажу вагою до 5 кг за допомогою мобільного додатку. Після підтвердження замовлення дрон прибуває до відправної точки та, помістивши вантаж до спеціального відсіку, система перевіряє його вагу. Якщо вантаж не перевищує ліміт ваги вантажу, дрон відлітає до точки доставки в автоматичному режимі. Визначення початкової та кінцевої точки виконується за допомогою ввімкненої GPS-навігації на смартфоні.

За рахунок високої динаміки галузі та низької ціни очікується, що проект буде лояльно прийнятий споживачами в першу чергу через свою новизну. Залишається відкритою проблема патенту та інформованості. Проект можливо технологічно реалізувати за допомогою наявних технологій виробництва дронів та систем визначення координат (як дрона так і заданих). Ринок є привабливим для входження, там як дана сфера діяльності стрімко набирає обертів та не має обмежень для входження.

На сьогоднішній день важливим показником є термін доставки зручність у користуванні. Фактори загроз є досить вагомими, адже кожен впливає на

лояльність користувачів, але за наявності постійного оновлення технічного та програмного забезпечення привабливість буде знижуватись мінімально.

Конкуренція відіграє важливу роль в розвитку компанії, так як завдяки ній проводиться аналіз ринку та створюються вдосконалення. За рахунок реклами, постійного моніторингу конкурентів та оновлення можна залишатися «на плаву» досить довго. За рахунок стратегії диференціації дозволяє зробити проект більш привабливим для користувача та бути конкурентноспроможним за рахунок задоволення конкретних потреб користувача. Автоматичне визначення ваги вантажу дозволяє гарантувати його доставку в точку призначення, автономна доставка дозволяє скоротити кількість операторів, велика вантажомісткість діє змогу розширити спектр можливостей доставки.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						77
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської дисертації зроблено аналітичний огляд існуючих засобів визначення ваги автомобіля.

Розроблено конструкцію вимірювального стенду та побудовано 3D-модель. Створено макет для стенду для досліджень.

Виконано розрахунок черв'ячної зубчастої передачі та тензодатчика. Виконано аналіз впливу розмірів чутливого елемента на значення відносної деформації.

Розроблено програмне забезпечення та інтерфейс для експериментальних досліджень, та методику дослідження на вимірювальному стенді. Проаналізовано дані, отримані в результаті експериментів на макеті вимірювального стенду, та дані, отримані в результаті зважування реального автомобіля.

В розділі стартап-проекту аналізовані маркетингові аспекти реалізації стартапу та оцінено можливості впровадження інноваційної пропозиції. За рахунок високої динаміки галузі та низької ціни очікується, що проект буде лояльно прийнятий споживачами в першу чергу через свою новизну. Проект можливо технологічно реалізувати за допомогою наявних технологій виробництва Ринок є привабливим для входження, там як дана сфера діяльності стрімко набирає обертів та не має обмежень для входження.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						78
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Веса [Електронний ресурс] // Мир великих открытий. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://mirnovogo.ru/vesy>.
2. Сапрыкина М. История весов [Електронний ресурс] / Мария Сапрыкина // История вещей. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://xn---dtbjalal8asil4g8c.xn--p1ai/priboryi/istoriya-vesov.html>.
3. Антонов П.А. Ваги: типи та застосування. - М.: Точмашприлад, 1998. - 254 с.
4. Вагове обладнання. Загальні відомості [Електронний ресурс] // Асвік Центр – Режим доступу до ресурсу: <https://asvik.kiev.ua/ua/articles/4>.
5. Топорков А.А. Застосування ваговимірювального обладнання на залізничних станціях. - Орел: Єрмак, 2001. - 98 с.
6. Берестов. П.С. Ваговимірювальне обладнання в складській логістиці. - М.: Справа, 2004. - 134 с
7. Кемені Т. Новітні досягнення в вагобудуванні / / Вимірювання, контроль, автоматизація. - 2001. - № 5. - С. 28-35.
8. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин.-Харьков: Віща шк.,1996.-276 с.
9. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. –М.: Высш.шк., 1985. – 416 с.
10. Цехнович Л.И., Петриченко И.П. Атлас конструкций редукторов. Учеб. Пособие. – 2-е изд., перераб и доп. – К.: Выща школа., 1990.- 151 с.
11. Mathcad [Електронний ресурс] // Вікіпедія – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Mathcad>.
12. Аведьян А. SolidWorks — стандарт трехмерного проектирования [Електронний ресурс] / Артем Аведьян // Машиностроение. – 2003. – Режим доступу до ресурсу: <https://sapr.ru/article/6733>.
13. Андреева Л. Е. Упругие элементы приборов / Л. Е. Андреева. – Москва, 1981. – 392 с.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						79
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



14. Туричин А. М. Электрические измерения неэлектрических величин / А. М. Туричин. – Ленинград: Энергия, 1975. – 576 с.

15. Осадчий Е. П. Проектирование датчиков для измерения механических величин / Е. П. Осадчий. – Москва: Машиностроение, 1979. – 480 с.

16. Delphi [Электронный ресурс] // Borland – Режим доступа до ресурсу: <http://delphiseven.ru/>.

17. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

[www.konferenciaonline.org.ua](http://www.konferenciaonline.org.ua)

*Міжнародна наукова інтернет-конференція*

**"Інформаційне суспільство:  
технологічні, економічні та  
технічні аспекти становлення"  
(випуск 34)**

*11 грудня 2018 р.*

*Частина 3*



*Черногів – 2018*

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						82
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Міжнародна наукова інтернет-конференція "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення (випуск 34)" / Збірник тез доповідей: випуск 34 (м. Тернопіль, 11 грудня 2018 р.). – Частина 3. – Тернопіль. – 2018. – 109 с.

УДК 001 (063)

ББК 72я431

ISSN 2522-932X

Збірник тез доповідей підготовлено за матеріалами Міжнародної наукової інтернет-конференції (випуск 34) від 11 грудня 2018 р.

*Збірник матеріалів науково-практичної інтернет-конференції включаються до наукометричної бази даних "PIH/RSCI".*

Тексти матеріалів конференції подаються в авторській редакції. Відповідальність за точність, достовірність і зміст поданих матеріалів несуть автори.

Наша адреса: Оргкомітет МНІК "Конференція онлайн"  
а/с 1079, м. Тернопіль 46010  
тел. моб. 068 366 0 525  
e-mail: inetkonf@gmail.com

URL Інтернет-конференції: <http://www.konferenciaonline.org.ua/>

Всі права захищені. При будь-якому використанні матеріалів конференції посилання на джерело є обов'язкове.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						83
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

<b>Донченко А.Д., Голуб Л.С.</b> Розробка нових модифікуючих добавок для полімерних матеріалів із використанням продуктів переробки рослинної сировини.....	23
<b>Киричук Ю.В., Коропець А.Л.</b> Вимірювальна система зважування вантажного автомобіля.....	24
<b>Когут В.Є.</b> Синхронізація пристроїв телевиробництва за допомогою Timecode, Genlock і Word Clock.....	27
<b>Комлик О.С.</b> Мережевий однофазний перетворювальний агрегат комбінованої системи електроживлення з поновлювальними джерелами електроенергії.....	29
<b>Кузик А.С., Лазарєв О.О.</b> Мікропроцесорний пристрій керування системою освітленості робочого місця.....	32
<b>Кулакова Л.М., Черемська Т.В.</b> Розробка проекту технології печива безглютенового для дієтичного харчування.....	33
<b>Куницький С.О., Пінчук О.Л.</b> Забезпечення водної безпеки в межах річкових басейнів.....	35
<b>Лазар А.П.</b> Проблеми розвитку української автомобілізації.....	36
<b>Легенкова Л.Д.</b> Технология изготовления конструкции оптико-механического блока космического аппарата из композиционных материалов.....	38
<b>Леськова О.К.</b> Особливості дитячого харчування.....	40
<b>Мазнюк О.Р., Черемська Т.В.</b> Удосконалення технології пастилі з використанням карагітану та пектину.....	43
<b>Масюк А.Д.</b> Застосування схеми Антоніо для створення аналогу керованої LC-ланки.....	44
<b>Метельский И.А.</b> Измерение параметров движения объектов с использованием радиолокационных датчиков ближнего радиуса действия.....	47

(неприлипання до форм). Тому була поставлена задача розробки нової рецептури з додаванням фосфатидного концентрату в алкідній емалі. Фосфатидний концентрат виступає як диспергуючий агент, який покращує ступінь перетиру та твердість емалі.

Розроблена система модифікуючих добавок, яка містить у своєму складі як співкомпонент фосфатидний концентрат. Показано, що дана стабілізуюча система може бути ефективно використана у складі гум для виробництва гумотехнічних виробів і шинних гум протекторного призначення. Встановлено, що використання даної композиційної добавки у складі рецептур промислового призначення дозволить зменшити вміст і витрати серійних протистарювачів без зменшення рівня комплексу властивостей готових виробів.

#### Література

1. Глух И.С., Школа О.И., Ключкова В.Е. и др. Аспекты применения подсолнечного лецитина в пищевой промышленности. Ч.2. Наукові праці. / Глух И.С. – О. : АСТ, 2009. — 179 с.
2. Ерешко С. А., Константинов В. Е., Сердюк Л. И. и др. Получение и тенденции применения растительных фосфолипидов: науч. техн. журн. № 2-3 (255-256) / Гос. ком. РФ по высш. образованию. — Краснодар : Краснодар. политехн. ин-т, / Ерешко С. А. // Изв. вузов. Пищ. технологии. - 2000. - № 3-4. - С. 34-36.

<sup>1</sup>Киричук Ю.В., д-р. техн. наук, доцент, <sup>2</sup>Коропець А.Л.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Кафедра приладобудування, <sup>1</sup>професор, <sup>2</sup>магістр 2-го курсу

### ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ЗВАЖУВАННЯ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ

За основу взято ідею створення портативного стенду для експериментальних досліджень вимірювання ваги автомобілів. Цей стенд є спрощеним аналогом повнорозмірного стенду для помостового вимірювання ваги вантажного автомобіля [1, 2]. Цей стенд розроблено для демонстрації роботи вимірювальної системи зважування вантажного автомобіля.

В загальному випадку стенд складається з трьох блоків: вимірювального та двох, симетрично розташованих відносно першого блоків, що імітують дорогу. Модель стенду представлена на рис. 1.

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85





Рис. 1. Модель вимірювального станду

Для проведення експерименту необхідно виставити блоки між собою горизонтально, та зафіксувати їх. Необхідно виставити вимірювальний блок (середній) станду строго горизонтально по двом осям та виставити висоту вимірювальної платформи так, щоб вона співпадала з верхньою частиною блоків, що імітують дорогу.

Після встановлення станду наступним кроком є підключення електроніки. Датчик необхідно під'єднати до вагового пристрою. Він з'єднується з комп'ютером через USB – роз'єм та мережею, напругою 220 В (рис. 2).

Перевіривши всі з'єднання та ввімкнувши ваговий пристрій, треба запустити програмне забезпечення. Для обробки сигналу з датчику використовується ваговий пристрій марки Keli (рис.2).



Рис. 2. Підготування автомобіля до зважування

Ваговий термінал типу XK3118T1 (далі термінал) призначений для вимірювання сигналу від аналогових тензодатчиків і перетворення в одиниці ваги (кг або фунти). Індикація ваги здійснюється на 6-ти розрядному світлодіодному дисплеї. На борту є вихід RS-232. Термінал призначений для роботи з промисловими вагами різних типів [3].

Перед початком зважування необхідно вести дані про культуру, підприємство, та обрати водія до бази даних (рис. 3).

А/В "Тисовина" - 24 жовтня 2019 р.

Надходження Реалізація Зваги Високий пристрій Параметри

Зважування Таблиця "Надходження"

**Надходження**

Вантаж автомобіля, кг: 0

Автомобіль: Новий автомобіль

Культура: Гречка

Автомобіль без вантажу, кг: Автомобіль з вантажем, кг: Вага продукту, кг

Тара Брутто Відмінити

Номер накладної: Підприємство / фізична особа: ЗАТ ТЕГРА УКРАЇНА

№ талона: 60 Підприємство: № всіх автомобілів: BE2490BA

Зважити

Оператор: Крижанівський В.В. 24.10.2019 15:12:19

Рис. 3. Введення даних перед початком зважування

Після того, як автомобіль заїхав на ваги та зупинився, оператор повинен дочекатися стабілізації значення (зелений індикатор – готовий до запису, жовтий – значення встановлюється), вказати навантажений автомобіль або ні, натиснувши відповідною кнопкою (рис. 4). Таким чином фіксується значення ваги та заноситься до бази даних відповідно вказаним раніше параметрам (рис. 5).



Рис. 4. Автомобіль на вагах

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



АПК "Точнавага" - 24 лютого 2018 р.

Надходження Реалізація Зали Ваговий пристрій Параметри

Зберігання Таблиця "Надходження"

**Надходження**

Новий автомобіль

Вага автомобіля, кг: 10970

Автомобіль без вантажу, кг: 10970 Автомобіль з вантажем, кг: Вага продукту, кг

Культура: Гречка

Номер накладної: Підприємство / фізична особа: ЗАТ ТЕТРА УКРАЇНА

Не зваженого автомобіля: Зважено: 00 Показати дані: Висхідні автомобілі: Зали С.В.: ВЕС4968A

Зберегти

Операції: Кличанський В.В. 24.02.2018 15:12:18

Рис. 5. Запис значення до бази даних

Після зважування автомобіль повинен з'їхати з ваг, розвантажитись або завантажитись, та повторити операцію для визначення маси вантажу, що перевозиться.

Результатом даної операції є побудова графіку залежності навантаження яке створив автомобіль на вимірювальну платформу, від кількості вимірюваних точок.

#### Література

1. Антонов П.А. Ваги: типи та застосування. - М.: Точмашприлад, 1998. - 254 с.
2. Берестов. П.С. Ваговимірювальне обладнання в складській логістиці. - М.: Справа, 2004. - 134 с.
3. Безвесільна О.М. Перетворюючі пристрої приладів та комп'ютеризованих систем (Технологічні вимірювання та прилади). О.М. Безвесільна, Ю.В. Киричук. – Видавництво ЖДТУ з грифом ЖДТУ, - Житомир, 2008, -172с.

Козут В.Є.

НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ  
Радіотехнічний факультет, кафедра РОС

## СИНХРОНІЗАЦІЯ ПРИСТРОЇВ ТЕЛЕВИРОБНИЦТВА ЗА ДОПОМОГОЮ TIMECODE, GENLOCK I WORD CLOCK

Якщо подати на камеру таймкод - цього буде не достатньо, щоб синхронізувати картинку і звук. Таймкод і синхронізація - це різні речі. Таймкод

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## Додаток Б

Затверджено  
для  
ДОВІДОК  
Представник організації  
НАН та МОН України  
Сировицький І. В.  
«17» 12 2018 р.

### А К Т

про впровадження результатів науково-дослідних,  
дослідно-конструкторських та технологічних робіт

Даним актом стверджується, що результати роботи по темі «Стенд для повісного зважування вантажного автомобіля», виконані Коропець А. Л., магістром 2-го курсу приладобудівного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», впроваджені у відділі 115 Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН та МОН України.

Результати роботи, а саме, макет експериментальних досліджень вантажних ваг на основі тензодатчика згину типу балка, були використані при створенні програмного забезпечення визначення повісних навантажень під час заїзду та з'їзду автомобіля з платформи, що дозволить контролювати загальну масу та рівень навантаження на вісі автомобіля.

Магістр 2-го курсу ПБФ  
НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського»

*А. Л. Коропець*  
А. Л. Коропець

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

## Додаток В

Дано:

$$T_2 := 50 \quad \omega := 5 \quad u := 8$$

Швидкість ковзання:

$$V_{\omega\omega} := 4.3 \cdot \omega \cdot u \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt[3]{T_2} = 0.6$$

Допустимі напруження:

$$\sigma := 250 \cdot 10^6 - 25 \cdot V = 2.5 \times 10^8$$

Міжосьова відстань:

$$\alpha := 1000 \cdot 6100 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_2}{\sigma^2}} = 56.6$$

Число зубців колеса:

$$Z_1 := 4$$

$$Z_2 := Z_1 \cdot u = 32$$

Модуль передачі:

$$m_{\omega\omega} := \frac{1.4 \cdot \alpha}{Z_2} = 2.5$$

Коефіцієнт діаметра черв'яка:

$$q := \frac{2 \cdot \alpha}{m} - Z_2 = 13.3$$

Коефіцієнт коригування:

$$\chi := \left( \frac{\alpha}{m} \right) - 0.5 \cdot (Z_2 + q) = 0.7$$

Дільний діаметр черв'яка:

$$d_1 := q \cdot m = 30$$

Діаметр вершин витків:

$$d_{11} := d_1 + 2 \cdot m = 35$$

Діаметр западин:

$$d_{111} := d_1 - 2.4 \cdot m = 24$$

Довжина нарізної частини черв'яка:

$$b_1 := m \cdot (12.5 + 0.09 \cdot Z_2) = 38.4$$

Дільний діаметр колеса:

$$d_2 := Z_2 \cdot m = 80$$

Дільний діаметр вершин зубців:

$$d_{22} := d_2 + 2 \cdot (1 + \chi) \cdot m = 88.3$$

Діаметр западин:

$$d_{222} := d_2 - 2 \cdot m \cdot (1.2 - \chi) = 77.3$$

Ширина вінця:

$$b_2 := 0.67 \cdot d_{11} = 23.5$$

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						90
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Додаток Г

unit Func\_Axles;

(\*\*\*\*\*  
Підпрограми розрахунку поосних навантажень  
при заїзді та з'їзді автомобіля на платформні ваги  
\*\*\*\*\*)

interface

uses

Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics,  
Controls, Forms, Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, mmSystem,  
Db, DBTables, IniFiles, Math, DateUtils, ShellCtrls,  
ComCtrls, DBGrids, TeEngine, Series, TeeProcs, Chart,  
CPort, SizeForm, Massif, DlgNew;

//=====

const

// Мінімальна вага зважування автомобіля  
WEIGHTMIN\_AVTO = 100;

// Максимальна загальна вага водія і пасажирів (кг)  
WMAX\_DRIVER = 250;

// Мінімальна вага водія (кг)  
WMIN\_DRIVER = 60;

// Максимальна вага об'єднання вісів (кг)  
WMAX\_OS = 250;

// Мінімальна тривалість одиночного значення гістограми (мс)  
TMIN\_GIST = 250; // 150;

// Мінімальна тривалість одиночної ваги по гістограмі (мс)  
TMIN\_OS\_GIST = 500; // 250;

// Мінімальна тривалість осі тягача з водієм (мс)  
TMIN\_OS\_DRIVER = 1000;

// Мінімальна тривалість кожної осі (мс)  
TMIN\_OS = 1000;

StrTimeMinWeight = '00:00:30';

//=====

// Визначення поосних навантажень автомобіля (тягача)

procedure CalcOsAvtoLeft

(dWeight, // дискретність маси (кг)  
dTimeWeighting: Double; // дискретність часу (мс)  
BDTipWeightAvtoPr, // тип зважування (1-тягача, 2-тягач+причіп)  
BDNumWeightAvto: Integer; // номер запису ваги тягача  
BDMassaWeightAvto: Double; // записана маса (кг) тягача  
NameSxemaAvto: String; // схема автомобіля  
NumProtocol: Integer; // число записів в WeightDevice  
NDeviceWeight: TVector; // номер запису вхідних даних зважування  
WDeviceWeight: TDVector; // маса (кг) вхідних даних зважування  
var WeightAll: Double; // загальна маса (кг) тягача

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						91
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

var WeightDriver: Double; // маса водія (кг) тягача
var NAXle: Integer; // число вісів тягача
var AxleWeight: TDVector); // осьові навантаження тягача

// Використання фільтру для таблиці
procedure FiltrToTable
(fTable: TTable;
StrFiltr: String);

// Відновлення та фільтрація вхідних даних
procedure FiltrDataWeight
(CountFiltr: Integer; // число повторень фільтру
BDNumWeightAvto: Integer; // номер запису ваги тягача
NumProtocol: Integer; // число записів в WeightDevice
NDeviceWeight: TIVector; // номер запису вхідних даних зважування
WDeviceWeight: TDVector; // маса (кг) вхідних даних зважування
var NFiltr: Integer; // число фільтрованих даних
var NDataFiltr: TIVector; // номери фільтрованих даних
var WDataFiltr: TDVector); // вага фільтрованих даних

// Фільтрація гістограми мінімумом точок
procedure FiltrZeroGist
(MinPoint: Integer; // мінімумальне число точок
NGist: Integer; // число точок гістограми
var NDataGist: TIVector; // число повторень ваги у точці
var WDataGist: TDVector); // вага у точці гістограми

// Фільтрація 5 точок сигналу
procedure GladSignal_5Point
(M, // число повторів
N1, // початковий номер
N2: Integer; // кінцевий номер
var YGlad: TDVector); // фільтровані дані

// Визначення координат діапазонів вісів
procedure CoordOsGist
(dTime: Double; // дискретність часу (мс)
BDMassaWeight: Double; // записана маса (кг) тягача
NGist: Integer; // число точок гістограми
WDataGist: TDVector; // вага у точці гістограми
NDataGist: TIVector; // число повторень ваги у точці
var NOsBDMassa, // номер вісі з записаною масою
NOs: Integer; // число вісів
var N1Gist, // номер точки початку вісі
N2Gist, // номер точки кінця вісі
NSumGist: TIVector; // число точок вісі
var W1Gist, // вага точки початку вісі
W2Gist, // вага точки кінця вісі
WsrGist, // середньозважена вага вісі
TimeGist: TDVector); // тривалість вісі у часі

// Визначення гістограми зважування
procedure GistDataWeight
(dWeight: Double; // дискретність маси (кг)
N1: Integer; // початковий номер даних
N2: Integer; // кінцевий номер даних
WData: TDVector; // вага в даних
var WmaxData: Double; // макс. вага зважування
var NmaxData: Integer; // номер точки макс. вага
var NGist: Integer; // число точок гістограми
var NDataGist: TIVector; // число повторень ваги у точці
var WDataGist: TDVector); // вага у точці гістограми

```

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						92
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

implementation

//-----

// Применение фильтра для таблицы

procedure FiltrToTable

(fTable: TTable;

StrFiltr: String);

begin

with fTable do begin

Active:= True;

Filtered:= False;

Filter:= StrFiltr;

Filtered:= True;

end;

end; {procedure FiltrToTable}

//-----

// Фільтрація 5 точок сигналу

procedure GladSignal\_5Point

(M, // число повторів

N1, // початковий номер

N2: Integer; // кінцевий номер

var YGlad: TDVector); // фільтровані дані

var

i,j: Integer;

y: Double;

begin

for j:= 1 to M do begin

for i:= N1+2 to N2-2 do begin

y:= (YGlad[i-2] + YGlad[i-1] + YGlad[i] +

YGlad[i+2] + YGlad[i+1])/5;

YGlad[i]:= y;

end;

YGlad[N1+1]:= (YGlad[N1] + YGlad[N1+2])/2;

YGlad[N2-1]:= (YGlad[N2] + YGlad[N2-2])/2;

end;

end; {procedure GladSignal\_5Point}

//-----

// Визначення гістограми зважування

procedure GistDataWeight

(dWeight: Double; // дискретність маси (кг)

N1: Integer; // початковий номер даних

N2: Integer; // кінцевий номер даних

WData: TDVector; // вага в даних

var WmaxData: Double; // макс. вага зважування

var NmaxData: Integer; // номер точки макс. вага

var NGist: Integer; // число точок гістограми

var NDataGist: TIVector; // число повторень ваги у точці

var WDataGist: TDVector); // вага у точці гістограми

var

i,k: Integer;

w: Double;

begin

// Координати точки з макс. вагою

WmaxData:= WData[N1];

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						93
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

NmaxData:= N1;
for i:= N1+1 to N2 do begin
  w:= WData[i];
  if (w > WmaxData) then begin
    WmaxData:= w;
    NmaxData:= i;
  end;
end;

// Гістограма зважування

NGist:= Round(WmaxData/dWeight + 0.1) + 1;

// Ініціалізація масивів гістограми
SetLength(NDataGist,NGist+1);
SetLength(WDataGist,NGist+1);

for i:= 0 to NGist do begin
  NDataGist[i]:= 0;
  WDataGist[i]:= 0;
end;

for i:= N1 to N2 do begin
  w:= WData[i];
  k:= Round(w/dWeight + 0.1);
  if (k < 1) then k:= 1;
  if (k > NGist) then k:= NGist;
  NDataGist[k]:= NDataGist[k] + 1;
  WDataGist[k]:= k*dWeight;
end;

end; {procedure GistDataWeight}

//-----

// Відновлення та фільтрація вхідних даних
procedure FiltrDataWeight
  (CountFiltr: Integer; // число повторень фільтру
  BDNumWeightAvto: Integer; // номер запису ваги тягача
  NumProtocol: Integer; // число записів в WeightDevice
  NDeviceWeight: TIVector; // номер запису вхідних даних зважування
  WDeviceWeight: TDVector; // маса (кг) вхідних даних зважування
  var NFiltr: Integer; // число фільтрованих даних
  var NDataFiltr: TIVector; // номери фільтрованих даних
  var WDataFiltr: TDVector); // вага фільтрованих даних
var
  i,j,k1,k2: Integer;
  x,y: Double;
begin

  NFiltr:= NDeviceWeight[NumProtocol];
  if (BDNumWeightAvto > NFiltr) then
    NFiltr:= BDNumWeightAvto;

  //=====
  // Відновлення вхідних даних зважування
  //=====

  // Ініціалізація масивів
  SetLength(NDataFiltr, NFiltr+1);
  SetLength(WDataFiltr, NFiltr+1);

```

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						94
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

for j:= 1 to NDeviceWeight[1]-1 do begin
  NDataFiltr[j]:= j;
  WDataFiltr[j]:= 0;
end;
for i:= 1 to NumProtocol-1 do begin
  k1:= NDeviceWeight[i];
  k2:= NDeviceWeight[i+1];
  for j:= k1 to k2-1 do begin
    if (j <= NFiltr) then begin
      NDataFiltr[j]:= j;
      WDataFiltr[j]:= WDeviceWeight[i];
    end;
  end;
end;
if (NFiltr >= k2) then begin
  for j:= k2 to NFiltr do begin
    NDataFiltr[j]:= j;
    WDataFiltr[j]:= WDeviceWeight[NumProtocol];
  end; end
else begin
  NDataFiltr[k2]:= NFiltr;
  WDataFiltr[k2]:= 0;
end;

//{
// Графік відновлених даних зважування
//
if ((frmAxles <> NIL)and(frmAxles.Showing = True)) then begin

  with frmAxles.LineIsx do begin
    Clear;
    SeriesColor:= clNavy; // clGreen;
    Pointer.Visible:= False;// True;
    LinePen.Width:= 1;
    for i:= 1 to NFiltr do begin
      x:= NDataFiltr[i];
      y:= WDataFiltr[i];
      AddXY(x,y,"clTeeColor");
    end;
  end;

end;
//}

//=====
// Фільтр 5 точок поточним середнім вхідних даних
//=====

// Фільтрація 5 точок сигналу
GladSignal_5Point
(CountFiltr, // число повторень фільтру
1,          // початковий номер вхідних даних
NFiltr,     // кінцевий номер вхідних даних
WDataFiltr); // фільтровані дані

//
// Графік фільтрованих даних
//
if ((frmAxles <> NIL)and(frmAxles.Showing = True)) then begin

  with frmAxles.LineNew do begin
    Clear;

```

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						95
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



```

SeriesColor:= clBlue;
Pointer.Visible:= False;
for i:= 1 to NFiltr do begin
  x:= NDataFiltr[i];
  y:= WDataFiltr[i];
  AddXY(x,y,"clTeeColor);
end;
end;

end;
//}

end; {procedure FiltrDataWeight}

//-----

// Фільтрація гістограм мінімумом точок
procedure FiltrZeroGist
  (MinPoint: Integer; // мінімумальне число точок
  NGist: Integer; // число точок гістограми
  var NDataGist: TIVector; // число повторень ваги у точці
  var WDataGist: TDVector); // вага у точці гістограми
var
  i,k: Integer;
begin
  for i:= 1 to NGist do begin
    k:= NDataGist[i];
    if (k <= MinPoint) then begin
      NDataGist[i]:= 0;
      WDataGist[i]:= 0;
    end;
  end;

end; {procedure FiltrZeroGist}

//-----

// Визначення координат діапазонів вісів
procedure CoordOsGist
  (dTime: Double; // дискретність часу (мс)
  BDMassaWeight: Double; // записана маса (кг) тягача
  NGist: Integer; // число точок гістограми
  WDataGist: TDVector; // вага у точці гістограми
  NDataGist: TIVector; // число повторень ваги у точці
  var NOsBDMassa, // номер вісі з записаною масою
  NOs: Integer; // число вісів
  var N1Gist, // номер точки початку вісі
  N2Gist, // номер точки кінця вісі
  NSumGist: TIVector; // число точок вісі
  var W1Gist, // вага точки початку вісі
  W2Gist, // вага точки кінця вісі
  WsrGist, // середньозважена вага вісі
  TimeGist: TDVector); // тривалість вісі у часі
var
  i,i1,i2,m,p,j: Integer;
  w,w1,w2,SumW,SumK: Double;
begin
  // Ініціалізація масивів гістограми
  SetLength(N1Gist, NGist+1);
  SetLength(N2Gist, NGist+1);

```

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						96
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

SetLength(W1Gist, NGist+1);
SetLength(W2Gist, NGist+1);
SetLength(WsrGist, NGist+1);
SetLength(NSumGist,NGist+1);
SetLength(TimeGist,NGist+1);

for i:= 0 to NGist do begin
  N1Gist[i]:= 0;
  N2Gist[i]:= 0;
  W1Gist[i]:= 0;
  W2Gist[i]:= 0;
  WsrGist[i]:= 0;
  NSumGist[i]:= 0;
  TimeGist[i]:= 0;
end;

NOs:= 0;
i:= 0;

while (i < NGist) do begin
  Inc(i);
  p:= NDataGist[i];
  if (p = 0) then Continue;
  Inc(NOs);

  i1:= i;
  i2:= i;

  // перше значення координати вісі
  N1Gist[NOs]:= i1;
  W1Gist[NOs]:= WDataGist[i1];
  N2Gist[NOs]:= i1;
  W2Gist[NOs]:= WDataGist[i1];
  NSumGist[NOs]:= p;

  j:= i1;
  m:= 0;
  while (j < NGist) do begin

    Inc(j);
    p:= NDataGist[j];
    if (p > 0) then begin

      // друге значення координати вісі
      i2:= j;
      N2Gist[NOs]:= i2;
      W2Gist[NOs]:= WDataGist[i2];
      NSumGist[NOs]:= NSumGist[NOs] + p;
      m:= 0;
      end

    else begin // if (p = 0) then
      Inc(m);
      if (m < 2) then Continue;
      Break;
    end;

  end; // while (j <= NGist) do
  i:= j;
end; // while (i <= NGist) do

//=====

```

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						97
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

// Визначення середньозважених координат вісів
//=====

NOsBDMassa:= 0;
for i:= 1 to NOs do begin
  i1:= N1Gist[i];
  w1:= W1Gist[i];
  i2:= N2Gist[i];
  w2:= W2Gist[i];
  // Номер осі з BDMassaWeight
  if ((w1 <= BDMassaWeight) and
    (w2 >= BDMassaWeight)) then begin
    NOsBDMassa:= i;
  end;
  SumW:= 0;
  SumK:= 0;
  for j:= i1 to i2 do begin
    w:= WDataGist[j];
    p:= NDataGist[j];
    SumK:= SumK + p;
    SumW:= SumW + p*w;
  end;

  // Тривалість вісі (мс)
  TimeGist[i]:= SumK * dTime;

  // Середньозважене значення вісі (кг)
  w:= Round((SumW / SumK)/10 + 0.1)*10;
  WsrGist[i]:= w;

end;

end; {procedure CoordOsGist}

//-----

// Визначення поосних навантажень автомобіля (тягача)
procedure CalcOsAvtoLeft
(dWeight,           // дискретність маси (кг)
dTimeWeighting: Double; // дискретність часу (мс)
BDTipWeightAvtoPr, // тип зважування (1-тягача, 2-тягач+причіп)
BDNumWeightAvto: Integer; // номер запису ваги тягача
BDMassaWeightAvto: Double; // записана маса (кг) тягача
NameSxemaAvto: String; // схема автомобіля
NumProtocol: Integer; // число записів в WeightDevice
NDeviceWeight: TIVector; // номер запису вхідних даних зважування
WDeviceWeight: TDVector; // маса (кг) вхідних даних зважування
var WeightAll: Double; // загальна маса (кг) тягача
var WeightDriver: Double; // маса водія (кг) тягача
var NAxle: Integer; // число вісів тягача
var AxleWeight: TDVector); // осьові навантаження тягача
label Start;
var
i,j,k,k1,k2,p,m,N,Nmax,NZ,
i1,i2,imax,
i1Driver,i2Driver,
MinGistPoint,
NGistPoint,
CountFiltr,
CountOsMax,
CountOsAvto,CountOsPr,
NOs,NOsWeightAvto: Integer;

```

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						98
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

LogDriver: Boolean;
Str_Filtr: String;

x,x1,x2,dx,y,y1,y2,
t,tt,t1,t2,t0,dt,tmin,tmax,
z,w,w1,w2,
SumK,SumW,dW,dWmax,Wmax,
Eps,Asqrt,
WGistPoint,
WeightReal: Double;

```

```

NumerWeight: TIVector;
DataWeight: TDVector;

```

```

N1Left,N1Right:  TIVector;
N2Left,N2Right:  TIVector;
W1Left,W1Right:  TDVector;
W2Left,W2Right:  TDVector;

```

```

TimeLeft,TimeRight: TDVector;

```

```

NSumLeft,
NSumRight,
NZGist:  TIVector;
WsrLeft,
WsrRight,
WZGist:  TDVector;

```

```

NOsZGist: TIVector;

```

```

NZZ,MRp: Integer;
ZZ,ZRp,LRp,FRp: TDMatrix;
WRp: TDVector;

```

```

begin

```

```

//=====
// Тип зважування - "тягач"
//=====

```

```

WeightAll:= 0;
WeightDriver:= 0;
NAxle:= 0;

```

```

// Ініціалізація динамічних масивів
SetLength(AxleWeight, 8);
for i:= 1 to 7 do begin
  AxleWeight[i]:= 0;
end;

```

```

BDMassaWeightAvto:=
  Round(BDMassaWeightAvto/dWeight + 0.1)*dWeight;

```

```

if (NumProtocol = 0) then Exit;

```

```

//=====
// Визначення числа вісів по схемі автомобіля
//=====

```

```

with DataModuleSeed, tbl_AvtoSxema do begin
  FiltrToTable(tbl_AvtoSxema,"");

```

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						99
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

Str_Filtr:= '(NameSxema="" + NameSxemaAvto + "');
FiltrToTable(tbl_AvtoSxema,Str_Filtr);
CountOsAvto:= tbl_AvtoSxemaCountOsAvto.Value;
CountOsPr:= tbl_AvtoSxemaCountOsPr.Value;
FiltrToTable(tbl_AvtoSxema,");
end;

//=====
// Відновлення та фільтрація вхідних даних
//=====

// число повторений фільтру
CountFiltr:= 3;

FiltrDataWeight
(CountFiltr, // число повторень фільтру
BDNumWeightAvto, // номер запису ваги тягача
NumProtocol, // число записів в WeightDevice
NDeviceWeight, // номер запису вхідних даних зважування
WDeviceWeight, // маса (кг) вхідних даних зважування
NData, // число фільтрованих даних
NDataWeight, // номера фільтрованих даних
WDataWeight); // вага фільтрованих даних

//Exit;

//=====
// Гістограма заїзду на платформу
//=====

GistDataWeight
(dWeight, // дискретність маси (кг)
1, // початковий номер даних
NData, // кінцевий номер даних
WDataWeight, // вага в даних
Wmax, // макс. вага зважування
imax, // номер точки макс. вага
Nmax, // число точок гістограми
NGistLeft, // число повторень ваги у точці
WGistLeft); // вага у точці гістограми

//=====
// Графік точки та лінії запису зважування БД
//=====

GraphPointBD
(Wmax, // макс. вага зважування
BDNumWeightAvto, // номер запису ваги тягача
BDMassaWeightAvto, // записана маса (кг) тягача
clGreen, // колір точки та лінії
frmAxles.PointMaxLeft, // графік точки
frmAxles.LineWeightLeft); // графік лінії

//=====
// фільтрація гістограми заїзду на платформу
//=====

MinGistPoint:= 6;

FiltrZeroGist
(MinGistPoint, // мінімальне число точок
Nmax, // число точок гістограми

```

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						100
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

NGistLeft, // число повторень ваги у точці
WGistLeft); // вага у точці гістограми

```

```

//=====
// Графік гістограми заїзду на платформу
//=====

```

```

GraphGist
(Nmax, // число точок гістограми
WGistLeft, // вага у точці гістограми
NGistLeft, // число повторень ваги у точці
clBlue, // колір гістограми
frmAxles.GistLeft); // графік гістограми

//{
// Графік точки зважування
//
if ((frmAxles <> NIL)and(frmAxles.Showing = True)) then begin

    with frmAxles.GistF do begin
        Clear;
        SeriesColor:= clRed; // clGreen;
        Pointer.Visible:= True; // False;
        //LinePen.Width:= 1;
        LinePen.Visible:= False;
        x:= BDMassaWeightAvto;
        y:= 0;
        AddXY(x,y,"clTeeColor");
    end;

end;
//}

//Exit;

```

```

//=====
// Визначення координат діапазонів вісів
//=====

```

```

CoordOsGist
(dTimeWeighting, // дискретність часу (мс)
BDMassaWeightAvto, // записана маса (кг) тягача
Nmax, // число точок гістограми
WGistLeft, // вага у точці гістограми
NGistLeft, // число повторень ваги у точці
NOsWeightAvto, // номер вісі з записаною масою
NOs, // число вісів
N1Left, // номер точки початку вісі
N2Left, // номер точки кінця вісі
NSumLeft, // число точок вісі
W1Left, // вага точки початку вісі
W2Left, // вага точки кінця вісі
WsrLeft, // середньозважена вага вісі
TimeLeft); // тривалість вісі у часі

```

```

//=====
// Графік координат діапазонів вісів
//=====

```

```

//{

```

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						101
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

// Графік гістограми
//
if ((frmAxles <> NIL)and(frmAxles.Showing = True)) then begin
  with frmAxles.PointGist do begin
    Clear;

    for i:= 1 to NOs do begin

      i1:= N1Left[i];
      x1:= W1Left[i];
      y:= 0;
      if (x1 > 0) then
        AddXY(x1,y,"clGreen);

      i2:= N2Left[i];
      x2:= W2Left[i];
      y:= 0;
      if (x2 > 0) then
        AddXY(x2,y,"clNavy);

    end;

  end;
end;
//}

//Exit;

//=====
// Ідентифікація вісів
//=====

//=====
// Вилучити помилкові осі
//=====

LogDriver:= False;

for j:= NOs downto 1 do begin

  if (j = NOsWeightAvto) then Continue;

  // діапазон між середньою вагою вісі та записаною масою тягача
  dW:= WsrLeft[j] - BDMassaWeightAvto;

  if (dW > 0) then begin

    // WMAX_DRIVER - Максимальна вага водія та пасажирів (кг)
    // WMAX_DRIVER = 300;

    // Вилучити помилкові осі, якщо (dW > WMAX_DRIVER)
    if (dW > WMAX_DRIVER) then begin

      N1Left[j]:= 0;
      W1Left[j]:= 0;
      N2Left[j]:= 0;
      W2Left[j]:= 0;
      //NSumGist[j]:= 0;
      WsrLeft[j]:= 0;
      //TimeLeft[j]:= 0;
    end
  end
end

```

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						102
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

else begin // if (dW <= WMAX_DRIVER) then

    // Визначення загального часу для осі NOsWeightAvto+1
    if (j = NOsWeightAvto+1) then begin
        t:= 0;
        for k:= j to NOs do begin
            t:= t + TimeLeft[k];
        end; end
    else begin
        t:= TimeLeft[j];
    end;

    // TMIN_OS_DRIVER - Тривалість ваги тягача з водієм (мс)
    // TMIN_OS_DRIVER = 1000;

    // Є вага тягача з водієм, якщо (t > TMIN_OS_DRIVER)
    if (t > TMIN_OS_DRIVER) then begin
        LogDriver:= True;
    end

    // Вилучити помилкові значення, якщо (t < TMIN_OS_DRIVER)
    else begin
        N1Left[j]:= 0;
        W1Left[j]:= 0;
        N2Left[j]:= 0;
        W2Left[j]:= 0;
        NSumLeft[j]:= 0;
        WsrLeft[j]:= 0;
        TimeLeft[j]:= 0;
    end;

end; end

else begin // if (dW < 0) then

    // Бісі з вагою менше записаною маси тягача

    t:= TimeLeft[j];
    w:= WsrLeft[j];

    // WMAX_OS - Максимальна вага об'єднання вісів (кг)
    // WMAX_OS = 300;

    // TMIN_OS - Мінімальна тривалість кожної осі (мс)
    // TMIN_OS = 500;

    if ((abs(dw) < WMAX_OS) or
        (t < TMIN_OS)) then begin
        N1Left[j]:= 0;
        W1Left[j]:= 0;
        N2Left[j]:= 0;
        W2Left[j]:= 0;
        NSumLeft[j]:= 0;
        WsrLeft[j]:= 0;
        TimeLeft[j]:= 0;
    end;

end; // if (dW < 0) then

end; // for j:= NOs downto 1 do

```

Start:

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						103
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



```

// Аналіз сусідніх вісів
for j:= 1 to NOs-1 do begin

    w1:= WsrLeft[j];
    t1:= TimeLeft[j];

    w2:= WsrLeft[j+1];
    t2:= TimeLeft[j+1];

    // WMAX_OS - Максимальна вага об'єднання вісів (кг)
    // WMAX_OS = 400;
    if (w2 - w1 < WMAX_OS) then begin

        if (t1 > t2) then
            NSumLeft[j+1]:= 0
        else
            NSumLeft[j]:= 0;

        NOsLeft:= 0;
        for i:= 1 to NOs do begin
            if (NSumLeft[i] > 0) then begin
                Inc(NOLeft);
                N1Left[NOLeft]:= N1Left[i];
                W1Left[NOLeft]:= W1Left[i];
                N2Left[NOLeft]:= N2Left[i];
                W2Left[NOLeft]:= W2Left[i];
                WsrLeft[NOLeft]:= WsrLeft[i];
                NSumLeft[NOLeft]:= NSumLeft[i];
                TimeLeft[NOLeft]:= TimeLeft[i];
            end;
        end;
        NOs:= NOLeft;
        goto Start;

    end; // if (w2 - w1 < WMAX_OS) then

end; // for j:= 1 to NOs-1 do

//=====
// Вилучення гістограми водія
//=====

if ((LogDriver = True) and
    (NOsWeightAvto < NOs)) then begin
    N1Left[NOsWeightAvto]:= 0;
    W1Left[NOsWeightAvto]:= 0;
    N2Left[NOsWeightAvto]:= 0;
    W2Left[NOsWeightAvto]:= 0;
    NSumLeft[NOsWeightAvto]:= 0;
    WsrLeft[NOsWeightAvto]:= 0;
    TimeLeft[NOsWeightAvto]:= 0;
end;

//=====
// Вибір дійсних значень осі (WsrLeft[i] > 0)
//=====

NOsLeft:= 0;
for i:= 1 to NOs do begin
    if (NSumLeft[i] > 0) then begin
        Inc(NOLeft);

```

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						104
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

N1Left[NOsLeft]:= N1Left[i];
W1Left[NOsLeft]:= W1Left[i];
N2Left[NOsLeft]:= N2Left[i];
W2Left[NOsLeft]:= W2Left[i];
WsrLeft[NOsLeft]:= WsrLeft[i];
NSumLeft[NOsLeft]:= NSumLeft[i];
TimeLeft[NOsLeft]:= TimeLeft[i];
end;
end;

//=====

//{
// Графік гістограми
//
if ((frmAxles <> NIL)and(frmAxles.Showing = True)) then begin
with frmAxles.PointGist do begin
Clear;
//SeriesColor:= clRed; //clNavy;
//Pointer.Style:= psTriangle; // psRectangle;
for i:= 1 to NOsLeft do begin

i1:= N1Left[i];
x1:= W1Left[i];
y:= 0;
if (x1 > 0) then
AddXY(x1,y,"clGreen);

i2:= N2Left[i];
x2:= W2Left[i];
y:= 0;
if (x2 > 0) then
AddXY(x2,y,"clNavy);

end;
end;
end;
//}

//=====
// Сортувати вісі по часу
//=====

if (NOsLeft > CountOsAvto) then begin

for i:= 1 to NOsLeft-1 do begin

tmax:= 0;
m:= i;
for j:= i to NOsLeft-1 do begin
if (TimeLeft[j] > tmax) then begin
tmax:= TimeLeft[j];
m:= j;
end;
end;

if (m > i) then begin

i1:= N1Left[i];
i2:= N2Left[i];
w:= WGistLeft[i];
p:= NGistLeft[i];

```

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

```

t:= TimeLeft[i];

N1Left[i]:= N1Left[m];
N2Left[i]:= N2Left[m];
WGistLeft[i]:= WGistLeft[m];
NGistLeft[i]:= NGistLeft[m];
TimeLeft[i]:= TimeLeft[m];

N1Left[m]:= i1;
N2Left[m]:= i2;
WGistLeft[m]:= w;
NGistLeft[m]:= p;
TimeLeft[m]:= t;

end; // if (m > i) then

end; // for i:= 1 to NOsLeft-1 do

end; // if (NOsLeft > CountOsAvto) then

N1Left[CountOsAvto]:= N1Left[NOsLeft];
N2Left[CountOsAvto]:= N2Left[NOsLeft];
WGistLeft[CountOsAvto]:= WGistLeft[NOsLeft];
NGistLeft[CountOsAvto]:= NGistLeft[NOsLeft];
TimeLeft[CountOsAvto]:= TimeLeft[NOsLeft];

NOsLeft:= CountOsAvto;

//Exit;

//=====
// Запис координат вісів у матрицю
//=====

// Ініціалізація динамічних масивів
SetLength(ZZ, Nmax+1, NOsLeft+2);

for i:= 0 to Nmax do begin
  for j:= 0 to NOsLeft+1 do begin
    ZZ[i,j]:= 0;
  end;
end;

NZZ:= 0;

for j:= 1 to NOsLeft do begin
  i1:= N1Left[j];
  i2:= N2Left[j];
  for i:= i1 to i2 do begin
    w:= WGistLeft[i];
    z:= NGistLeft[i];
    y:= z * w;
    Inc(NZZ);
    ZZ[NZZ,1]:= y;
    for k:= 1 to j do begin
      ZZ[NZZ,k+1]:= z;
    end;
  end;
end;

//=====
// Визначення поосних навантажень тягача

```

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

//=====

m:= NOsLeft + 1;

// Ініціалізація динамічних масивів  
SetLength(ZRp, NZZ+1, m + 1);  
SetLength(LRp, m + 1, m + 1);  
SetLength(FRp, m + 1, NZZ+1);  
SetLength(WRp, m + 1);

// Формирование матрицы расчета  
for j:= 1 to m do begin  
  for i:= 1 to NZZ do begin  
    z:= ZZ[i,j];  
    ZRp[i,j]:= z;  
  end;  
end;

// Метод наименьших квадратов  
Eps:= 0;  
MNK\_FSumma  
(ZRp, // исходная матрица  
  LRp,FRp, // вспомогательные матрицы  
  1, // начальный номер  
  NZZ, // конечный номер  
  m, // число коэфф.  
  Eps, // точность по данным  
  WRp, // коэффициенты  
  Asqrt); // ср.кв.ошибка

//=====

// Результат поосних навантажень тягача

//=====

// Ініціалізація динамічних масивів  
SetLength(AxleWeight, m);

// Поосні навантаження

WeightAll:= 0;  
// Число вісів  
NAxle:= 0;  
  
for j:= 2 to m do begin  
  Inc(NAxle);  
  w:= Round(WRp[j]/dWeight + 0.1)\*dWeight;  
  AxleWeight[NAxle]:= w;  
  WeightAll:= WeightAll + w;  
end;

//{  
// Графік гістограми  
//  
if ((frmAxles <> NIL)and(frmAxles.Showing = True)) then begin  
  with frmAxles.PointGist do begin  
    x:= 0;  
    for i:= 1 to NAxle do begin  
      x:= x + AxleWeight[i];  
      y:= 0;  
      AddXY(x,y,"clRed");  
    end;  
  end;  
end;

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						107
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

end;
//}

//=====
// Тягач з водієм
//=====

// WMIN_DRIVER - Мінімальна вага водія (кг)
// WMIN_DRIVER = 60;

WeightDriver:= 0;
if (LogDriver = True) then begin
  LogDriver:= False;
  WeightDriver:= WeightAll - BDMassaWeightAvto;
  WeightDriver:= Round(WeightDriver/dWeight + 0.1)*dWeight;
  if (WeightDriver < WMIN_DRIVER) then
    WeightDriver:= 0;
end;

// Ініціалізація динамічних масивів
SetLength(NumerWeight,0);
SetLength(DataWeight, 0);

SetLength(NGistLeft,0);
SetLength(WGistLeft,0);
SetLength(N1Left, 0);
SetLength(N2Left, 0);
SetLength(W1Left, 0);
SetLength(W2Left, 0);
SetLength(WsrLeft, 0);
SetLength(NSumLeft, 0);
SetLength(TimeLeft, 0);

SetLength(WRp, 0);
SetLength(ZZ, 0, 0);
SetLength(ZRp, 0, 0);
SetLength(LRp, 0, 0);
SetLength(FRp, 0, 0);

end; {procedure CalcOsAvtoLeft}

//-----

end.

```

					МД ПІ71пм.3109.00 ПЗ	Арк.
						108
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		